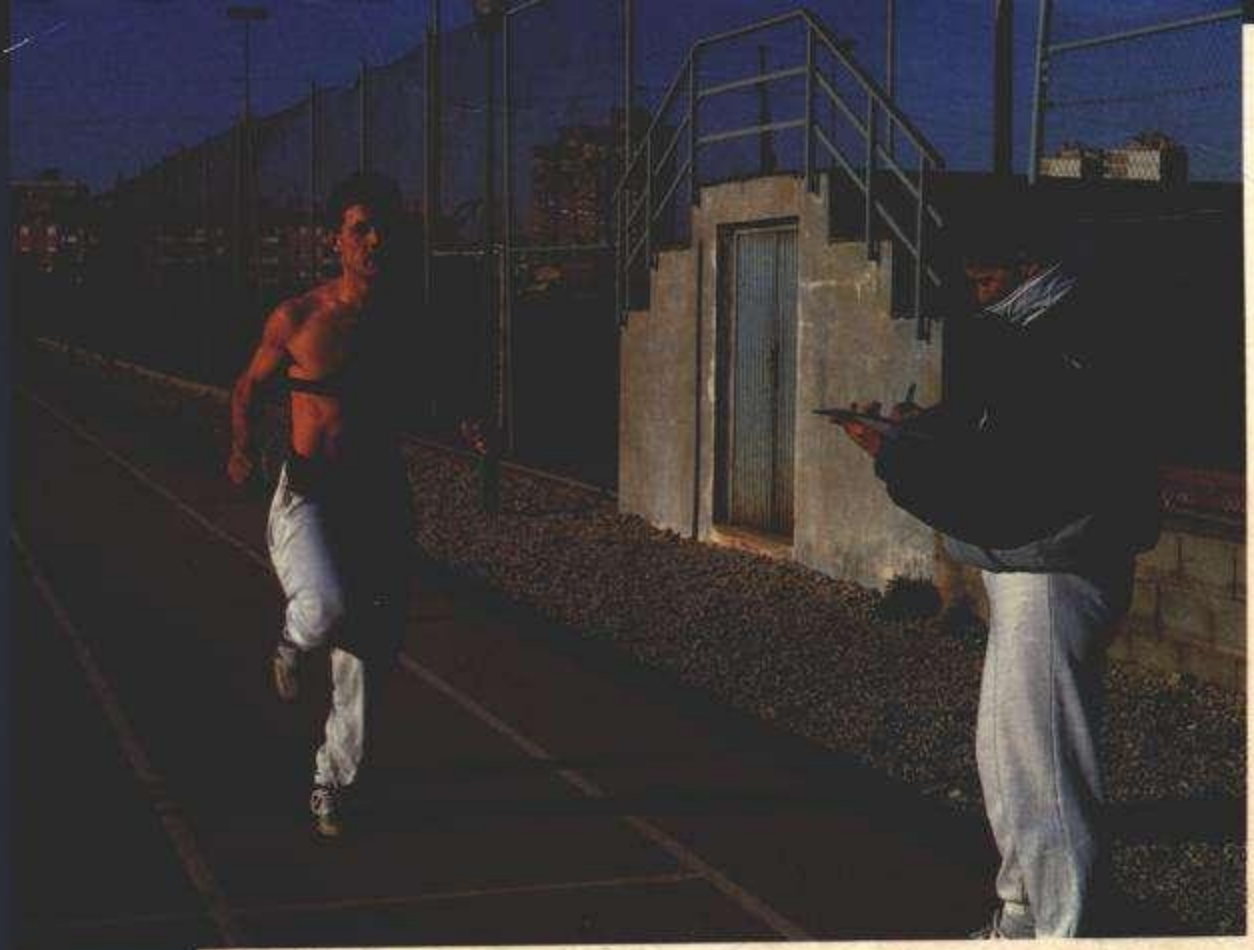


La preparación física

VLADIMIR NIKOLAEVICH PLATONOV
MARINA YAKOVLEVNA BULATOVA

DEPORTE & ENTRENAMIENTO

PAIDOTRIBO

UNIV. NAC. de LOJA
510.48.20457
796.021.2
P 717
C

COLECCIÓN DEPORTE & ENTRENAMIENTO

LA PREPARACIÓN FÍSICA

por

Vladimir Nikolaievich Platonov

Doctor en Pedagogía
Profesor, Rector del Instituto
de Cultura Física de Kiev

Marina Mijailovna Bulatova

Doctora en Pedagogía. Docente de la Cátedra de Teoría
y Metodología del Entrenamiento
en el Instituto de Cultura Física de Kiev

Revisado y adaptado por:
Jordi Mateo Vila
Licenciado en Educación Física
Director Técnico de Sport DYR

2ª Edición

EDITORIAL PAIDOTRIBO

Índice

PRÓLOGO, 7

Capítulo I. La preparación física en el sistema del entrenamiento deportivo, 9
Tipos de preparación física, 9
Medios de la preparación física, 10
Métodos de la preparación física, 16
Estructura global, tipos y organización de las sesiones de entrenamiento, 21
Finalidad pedagógica fundamental y carga de las sesiones de entrenamiento, 23
Combinación de las sesiones de entrenamiento en los microciclos, 30

Capítulo II. La fuerza y su preparación, 33
El régimen de trabajo muscular y los tipos de fuerza, 33
Regímenes y métodos de entrenamiento que se aplican para la preparación de la fuerza, 35
Principales factores que determinan el nivel de las cualidades de fuerza, 38
Eficacia de los distintos métodos de la preparación de fuerza y particularidades de su utilización, 52
Desarrollo de la fuerza máxima, 61
Desarrollo de la fuerza-velocidad, 64
Desarrollo de la fuerza-resistencia, 69
Perfeccionamiento de la capacidad de realización de la fuerza, 71
Desarrollo de la fuerza en el sistema de preparación de los deportistas, 73
Ejercicios para desarrollar la fuerza, 75

Capítulo III. La preparación en el culturismo moderno, 135
Bases generales de la preparación, 136
Ejercicios fundamentales, 138
Técnicas metodológicas eficaces, 143
Particularidades de la estructura de los programas de las sesiones de entrenamiento, 146

Capítulo IV. La flexibilidad y el método para perfeccionarla, 149
Tipos e importancia de la flexibilidad, 149
Factores que determinan el nivel de flexibilidad, 150
Métodos para desarrollar la flexibilidad, 158
Ejercicios para desarrollar la flexibilidad, 163

Capítulo V. La velocidad y el método para su desarrollo, 197
Tipos de velocidad y factores que la determinan, 197
Método para desarrollar las capacidades de velocidad, 200
Ejercicios para desarrollar la velocidad en las distintas modalidades deportivas, 206

Capítulo VI. La coordinación y el método para perfeccionarla, 213
La capacidad de evaluar y regular los parámetros espaciotemporales de los movimientos, 215
La capacidad de mantener el equilibrio, 215

El sentido del ritmo, 217
La capacidad de orientación en el espacio, 218
La capacidad de relajar voluntariamente los músculos, 218
El nivel de coordinación de los movimientos, 220
Puntos generales del método y principales métodos para incrementar la coordinación, 221
Ejercicios para desarrollar la coordinación, 223

Capítulo VII. La resistencia a la fatiga y el método para su perfeccionamiento, 271
Tipos de resistencia a la fatiga, 273
Fuentes de suministro energético del trabajo muscular, 274
Factores que determinan el nivel de las posibilidades anaeróbicas, 276
Factores que determinan el nivel de las posibilidades aeróbicas, 279
La economía de las funciones y la resistencia de los deportistas a la fatiga, 284
Bases generales para el desarrollo de la resistencia a la fatiga, 288
Desarrollo de la resistencia general a la fatiga, 291
Aumento de las capacidades anaeróbicas alactácidas, 292
Aumento de las capacidades anaeróbicas lactácidas, 293
Aumento de las capacidades aeróbicas, 295
Aumento de la economía, 300
Desarrollo de la resistencia especial, 301
Ejercicios para desarrollar la resistencia especial a la fatiga en las distintas modalidades deportivas, 306

Capítulo VIII. Máquinas de musculación y material que aumenta la eficacia de la preparación física de los deportistas, 313
Máquinas para la preparación de fuerza básica, 313
Máquinas para la preparación especial de fuerza, 349
Máquinas para desarrollar la velocidad y la coordinación, 350

Capítulo IX. Control de las cualidades físicas del deportista, 361

Forma de control, 361
Exigencias que deben cumplir los índices de control, 362
Control de las cualidades de fuerza, 364
Control de la flexibilidad, 373
Control de las posibilidades de velocidad, 378
Control de la resistencia a la fatiga, 384

Bibliografía, 401

Prólogo

El problema del perfeccionamiento físico del ser humano, cuya parte central corresponde a las cualidades físicas o motoras (fuerza, flexibilidad, velocidad, coordinación, resistencia) es uno de los problemas más acuciantes y vitales de toda su existencia. Ello es totalmente natural porque el aspecto externo del ser humano, su estado interno, sus posibilidades físicas y su interés por la vida en general dependen en grado considerable del nivel de desarrollo de sus cualidades motoras.

Ello se debe en gran parte al enorme interés que se ha despertado en distintos países del mundo por el deporte de alto nivel actual, que es la base de demostración de las posibilidades físicas únicas del ser humano. Las investigaciones llevadas a cabo en distintos países han demostrado convencidamente, que no existen otros tipos de actividad profesional cuyos representantes puedan compararse, por sus posibilidades físicas con los deportistas de alto nivel, estrellas del deporte mundial.

El alto nivel de desarrollo de las distintas cualidades físicas es consecuencia de la constante búsqueda, científica y práctica, que llevan a cabo desde hace decenios deportistas, entrenadores y científicos para preparar a los deportistas. Y cabe señalar que la teoría y la metodología modernas del desarrollo de las cualidades físicas del ser humano, en el marco del deporte moderno es un área bastante científica y estricta.

Es indispensable hacer hincapié en que, en el sistema de la preparación de los deportistas de alto nivel, la preparación física es el área más estudiada y mejor elaborada y que ocupa un lugar central muy justificadamente. Este lugar se debe también a que los distintos aspectos del estado de preparación de los deportistas (técnica, táctica, psíquica, etc.) se realizan al fin y al cabo demostrando otras cualidades motoras (fuerza, rapidez, coordinación, flexibilidad, resistencia). De acuerdo con el proceso de desarrollo de las cualidades físicas, se perfeccionan a la vez la técnica y la táctica de los deportistas, sus capacidades volitivas, así como las capacidades psíquicas especiales.

Este libro se fundamenta en numerosas investigaciones realizadas durante los últimos decenios en los mejores laboratorios científicos del mundo, en la experiencia de la preparación de deportistas que lograron los mejores resultados en los campeonatos de Europa, del Mundo y en los Juegos Olímpicos.

La particularidad específica de este libro consiste en que, junto al análisis de los fundamentos biológicos de las cualidades físicas para desarrollar la fuerza, la flexibilidad, la velocidad, la coordinación y la resistencia, se presentan también diferentes ejercicios utilizados en la práctica deportiva para desarrollar dichas cualidades. Se ofrecen ejercicios de preparación general que constituyen la base para la preparación del deportista, así como ejercicios específicos para desarrollar las cualidades motoras teniendo en cuenta las particularidades para su demostración en las distintas modalidades. Según la variedad de cada modalidad deportiva y cada una de sus disciplinas, el enorme arsenal de medios de la preparación física, es natural que no se pueda presentar un material que satisfaga totalmente a los especialistas de todas las modalidades. Basta con decir que la cantidad total de ejercicios especiales para la preparación física de todas las modalidades olímpicas alcanza los 10.000-12.000. Por ello, esta obra presenta los ejercicios más importantes y más característicos que permiten revelar los principios para su elección cuando se planifica la preparación física de los deportistas. Sobre dicha base, el entrenador puede hacer fácilmente el programa para desarrollar las distintas cualidades motoras para una modalidad deportiva concreta y para un grupo determinado de deportistas.

La principal particularidad del presente libro, que lo distingue de otras obras dedicadas a la preparación física, es que el problema se analiza a distintos niveles. El primer nivel, el nivel de base, expone las bases biológicas para demostrar y desarrollar las cualidades motoras; el segundo presenta las bases teóricas y pedagógicas de la preparación física de los deportistas; el tercero se refiere a los medios concretos para

desarrollar la fuerza, la velocidad, la flexibilidad, la coordinación y la resistencia en el deporte moderno de alto nivel; el cuarto nivel presenta los medios materiales y técnicos para la preparación física y para controlar su eficacia. La interrelación entre el contenido y el equilibrio de todos los niveles mencionados constituyen la novedad de la presente obra, y abren excelentes perspectivas para plasmar su contenido en la práctica más amplia.

El contenido de la obra se fundamenta en cierta medida en el trabajo de los especialistas soviéticos en aquellas áreas de la actividad científica y práctica donde la escuela soviética del deporte ocupa las posiciones más avanzadas. Se trata, ante todo, del área de la teoría general y del método de preparación de los deportistas de numerosas modalidades: atletismo, ciclismo, remo, natación, gimnasia, distintos tipos de lucha, balonmano, voleibol, fútbol, etc. Por otra parte, la obra generaliza los resultados de las investigaciones de vanguardia llevadas a cabo en los EE.UU., Alemania, Finlandia, España, Italia, Japón, Bulgaria y otros países que han conseguido excelentes resultados en la elaboración de las bases científicas de la preparación física, ante todo en el área de la fisiología y la morfología deportivas.

La preparación física en el sistema del entrenamiento deportivo

TIPOS DE PREPARACIÓN FÍSICA

La preparación física es uno de los componentes primordiales del entrenamiento deportivo para desarrollar las cualidades motoras: fuerza, velocidad, resistencia, flexibilidad, coordinación. La preparación física se divide en general y especial. Algunos especialistas recomiendan incluso destacar además la preparación auxiliar.

La preparación física general pretende desarrollar equilibradamente las cualidades motoras (fuerza, velocidad, resistencia, flexibilidad, coordinación). Unos índices elevados de preparación física general son el fundamento funcional para desarrollar las cualidades físicas especiales, para perfeccionar de forma eficaz los demás aspectos de la preparación (técnico, táctico, psíquico). Un proceso de la preparación física general organizado racionalmente presupone el desarrollo polifacético y a la vez proporcional de las distintas cualidades motoras.

El potencial funcional que se adquiere como resultado de la preparación física general no es más que una premisa indispensable para perfeccionarse convenientemente en una modalidad deportiva determinada, pero no puede contribuir a lograr grandes resultados deportivos sin la preparación física especial consiguiente.

La preparación física auxiliar se estructura a partir de la preparación física general. Crea una base especial que resulta indispensable para una ejecución eficaz de los grandes volúmenes de trabajo destinados a desarrollar las cualidades especiales motoras. Dicha preparación permite incrementar las posibilidades funcionales de los distintos órganos y sistemas del organismo. Por otra parte, mejora la coordinación neuromuscular, se perfeccionan las capacidades de los deportistas para soportar las grandes cargas y poder recuperarse eficazmente después de ellas.

La preparación física especial está destinada a desarrollar las cualidades motoras de acuerdo con las exigencias que plantea un deporte concreto y con las particularidades de una actividad competitiva determinada.

Al organizar el proceso de la preparación física especial, es indispensable no perder nunca de vista las exigencias específicas de una modalidad deportiva concreta. En particular, los grupos musculares que soportan la carga fundamental durante la actividad competitiva (y sus antagonistas) deben ser sometidos a la acción más importante. Sin embargo, ello no debe limitarse tan sólo a la acción en los grupos musculares correspondientes. Cuando se desarrollan las cualidades físicas, es necesario elegir ejercicios que, por sus características dinámicas y cinemáticas, correspondan en mayor o menor grado a los elementos fundamentales de la actividad competitiva.

Los ejercicios de entrenamiento elegidos deben cumplir las exigencias de la actividad competitiva según el régimen de trabajo del sistema neuromuscular. Por ejemplo, los halterófilos deben utilizar el trabajo en régimen concéntrico, excéntrico e isométrico; los ciclistas de velocidad en régimen concéntrico; los saltadores de longitud y de altura en regímenes concéntrico y excéntrico; los esquiadores en régimen excéntrico, concéntrico e isométrico, etc. No menos importante es que la duración de los ejercicios se estipule de acuerdo con la duración efectiva de la actividad competitiva en una modalidad determinada.

La cantidad de las distintas manifestaciones de cada cualidad motora es muy grande; por ello, el perfeccionamiento de cada una de ellas exige un método diferenciado. Por ejemplo, cuando se perfeccionan las capacidades de velocidad de los

deportistas especializados en deportes cíclicos (corredores, remeros, patinadores de velocidad, etc.), el entrenador se enfrenta con la necesidad de aumentar el nivel de la velocidad absoluta, la rapidez de ejecución de la salida, de perfeccionar las formas elementales de la rapidez (tiempo de reacción, tiempo de ejecución de cada movimiento, ritmo de los movimientos). En los juegos deportivos surge el problema de las reacciones rápidas a las acciones inesperadas del adversario, la manifestación de un alto nivel de cualidades motoras durante la ejecución de cada jugada técnica, la rapidez de orientación, de toma de decisiones, de desplazamientos, de acciones de ataque y de defensa en condiciones de déficit de tiempo, de obstáculos de los adversarios, de complejas interacciones de grupo por parte de los compañeros de equipo y del equipo adversario. Un enfoque diferenciado del método de la preparación física es indispensable en relación a los distintos grupos de deportes y en relación a cada cualidad física (velocidad, fuerza, resistencia, coordinación y flexibilidad).

Durante el proceso de trabajo para desarrollar las distintas cualidades físicas cabe tener asimismo en cuenta que en una gran cantidad de modalidades y de disciplinas deportivas, el deportista debe manifestar la fuerza, la rapidez, coordinación, flexibilidad en distintos estados del organismo (inmediatamente después del calentamiento), en estado estable con una gran capacidad de trabajo de los distintos sistemas funcionales y con las manifestaciones más claras de fatiga progresiva. Por ello, en el proceso de la preparación física especial, es indispensable tener en cuenta este hecho y poner en práctica un método que permita al deportista no sólo presentar unos índices suficientemente altos de las cualidades físicas, sino también poder realizarlas en condiciones de fatiga progresiva.

LOS MEDIOS DE LA PREPARACIÓN FÍSICA

Los medios de la preparación física son los distintos ejercicios físicos que ejercen una influencia directa o indirecta en el desarrollo de las cualidades motoras de los deportistas. Los ejercicios físicos deben ser considerados como un conjunto de acciones motoras destinadas a resolver un problema motor concreto. En los ejercicios de entrenamiento, las acciones motoras pueden ser agrupadas por la necesidad de demostrar altos índices de fuerza, velocidad o de coordinación, de desviaciones en la actividad de los sistemas cardiovascular o respiratorio, de movilización de unos u otros mecanismos en el suministro de energía de un trabajo, etc. En los ejercicios de competición, el conjunto de acciones motoras se agrupa según la cuestión del máximo resultado deportivo posible.

En el sistema de la preparación deportiva se aplica un enorme número de ejercicios físicos que es difícil clasificar según una única característica. La clasificación más general presupone dividir los ejercicios en ejercicios de entrenamiento y ejercicios de competición. Los ejercicios de entrenamiento pueden ser divididos según los tipos de preparación: de preparación general, auxiliares, de preparación especial.

Entre los ejercicios de preparación general figuran ejercicios que sirven para el desarrollo funcional del organismo del deportista. Pueden corresponder a las particularidades de una modalidad deportiva, así como pueden ser contrarios, hasta cierto punto, a dichas particularidades (cuando se resuelven los problemas de una educación física polifacética y armónica).

Los ejercicios auxiliares presuponen acciones motoras que crean una base especial para el consiguiente perfeccionamiento de una u otra actividad deportiva.

Los ejercicios de preparación especial ocupan un lugar primordial en el sistema de la preparación física de los deportistas de alto nivel y abarcan un conjunto de medios que incluyen elementos de la actividad competitiva, así como acciones muy similares a dicha actividad, por su forma, su estructura e incluso el carácter de las cualidades que intervienen y de la actividad de los sistemas funcionales del organismo.

Los ejercicios de competición presuponen ejecutar un conjunto de acciones motoras que son el objeto de la especialización deportiva, siempre en el marco de las reglas existentes de las competiciones.

Por ejemplo, para un deportista especializado en natación, un ejercicio de competición consistirá en nadar la distancia fundamental o la distancia complementaria de acuerdo con el reglamento de la competición. El ejercicio de preparación especial consistirá en nadar los tramos de la distancia con los métodos fundamentales y complementarios, nadar únicamente con las piernas o los brazos, con sobrecargas suplementarias o con algún tipo de freno, etc. Entre los ejercicios auxiliares figurarán los medios que permiten incrementar la fuerza máxima, la fuerza-resistencia y la flexibili-

dad trabajando en el gimnasio, los medios de otras modalidades deportivas para aumentar las capacidades aeróbicas (cross, esquí de fondo, remo). Los ejercicios de preparación general pueden incluir elementos de gimnasia artística, acrobacia, juegos deportivos.

Dicha clasificación es totalmente convencional; los límites entre los grupos de ejercicios destacados son poco exactos y, esencialmente, los medios, tanto por su forma y estructura como por las particularidades de la acción en el organismo, pueden pertenecer a dos grupos simultáneamente.

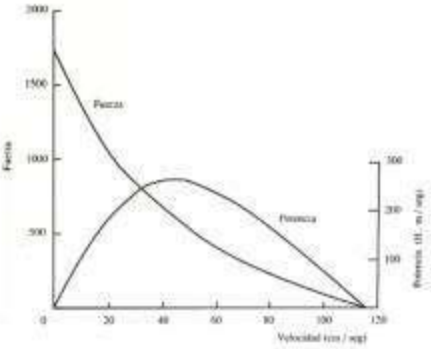
Según la finalidad predominante de la acción para desarrollar unas u otras cualidades motoras, los ejercicios físicos pueden dividirse en los grupos siguientes:

1. ejercicios de velocidad;
2. ejercicios de fuerza;
3. ejercicios de coordinación;
4. ejercicios para desarrollar la flexibilidad;
5. ejercicios para desarrollar la resistencia.

En cada uno de los grupos mencionados aparece una cantidad, más o menos importante, de subgrupos según la finalidad para desarrollar una u otra cualidad (flexibilidad: ejercicios para desarrollar la flexibilidad activa o la flexibilidad pasiva; coordinación: ejercicios para desarrollar el equilibrio, el sentido del ritmo y otras capacidades; fuerza: ejercicios para desarrollar la fuerza máxima y la fuerza-velocidad, etc.). Un grupo aparte merecen los ejercicios de acción mixta para desarrollar simultáneamente dos o varias cualidades físicas o sus tipos (fuerza y flexibilidad, resistencia especial y sentido del ritmo, etc.).

Para ampliar la teoría del sistema de los ejercicios físicos, se clasifican teniendo en cuenta la actividad de los músculos que intervienen en un trabajo determinado. Cabe destacar los ejercicios locales, regionales y globales. En la ejecución de los ejercicios locales interviene menos de un 30% de la masa muscular. En la de los ejercicios regionales un 30-50%, y en la de los globales más de un 50%. De acuerdo con el régimen del trabajo muscular, los ejercicios se subdividen en estáticos, dinámicos y mixtos.

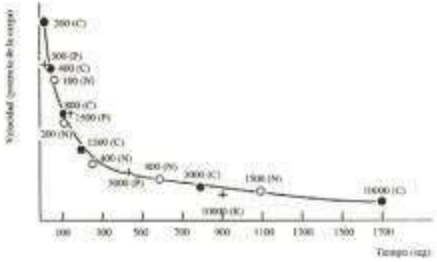
Según las manifestaciones de fuerza, se pueden dividir en ejercicios de fuerza y de fuerza-velocidad (de potencia). Los ejercicios de fuerza son ejercicios con una tensión máxima o casi máxima de los músculos fundamentales que demuestran en régimen estático o dinámico con poca velocidad de movimiento (con una gran resistencia externa o peso). La parte izquierda de la curva «fuerza-velocidad» (ilustr.1) corresponde a dichos ejercicios.



Ilustr.1. *Relación «fuerza-velocidad» que se obtiene cuando se elevan con máximo esfuerzo seis pesos distintos (la velocidad que corresponde a la máxima potencia viene indicada con una flecha). (Kotz, 1986).*

Los ejercicios de fuerza-velocidad (de potencia) son asimismo ejercicios dinámicos en los que los músculos más importantes manifiestan simultáneamente fuerza y velocidad de contracción relativamente importantes, es decir, una gran potencia. La potencia máxima de la contracción muscular se alcanza mediante una máxima activación del músculo con una velocidad de contracción cercana al 30% de la máxima para un músculo no cargado. En la curva «fuerza-velocidad», los ejercicios de fuerza-velocidad ocupan una posición intermedia, hasta un 50-60% de su máxima velocidad (véase ilustr.1). La máxima potencia del músculo se desarrolla con una resistencia externa (sobrecarga) que constituye entre el 30 y el 50% de su máxima fuerza (estática). La duración máxima de los ejercicios con gran potencia de las contracciones musculares se halla entre los 3-5 seg y los 1-2 min, en relación inversa de la potencia de las contracciones musculares (de la carga). La potencia desempeña un papel importantísimo en los ejercicios de fuerza-velocidad (Kotz, 1986).

Para lograr una elección racional de las características de la fuerza, de la potencia y de la duración del trabajo durante la ejecución de los distintos ejercicios, es preciso tener en cuenta la relación entre la fuerza (o la potencia) y la máxima duración del trabajo. Si no se tiene en cuenta la relación con el volumen de los músculos que intervienen en el trabajo, el incremento de fuerza o de potencia disminuye la duración del trabajo (ilustr.2 y 3).



Ilustr.2. *Curva de la relación entre el tiempo récord (máximo) y la velocidad en la carrera (C), natación (N) y patinaje de velocidad (P). (Farfel, 1975).*

La duración máxima de los ejercicios con máxima fuerza equivale a varios segundos; el trabajo con cargas de fuerza medias puede prolongarse durante varios minutos y con cargas pequeñas, puede hacerlo desde 15-20 min hasta 2, 3 y más horas.

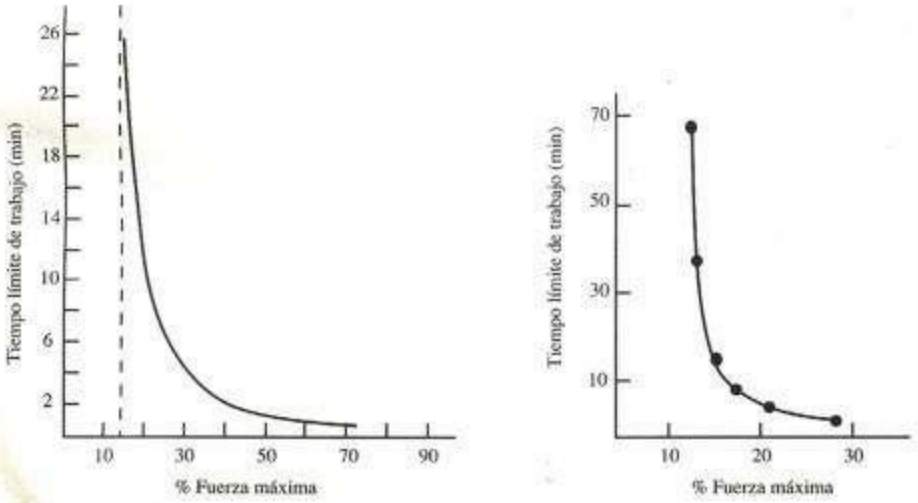
El análisis de la estabilidad y periodicidad de las características espaciotemporales de las acciones motoras permite subdividir los ejercicios en cíclicos y acíclicos.

Los ejercicios cíclicos se caracterizan por la repetición reiterada de ciclos de movimientos relativamente estándar. Los movimientos en cada uno de los ciclos son estándar, tanto por sus características dinámicas y cinemáticas, como por los índices de la actividad del sistema del suministro de energía. Ejemplos de dichos ejercicios pueden ser la carrera, la natación, el remo, la ejecución continuada de ejercicios en las máquinas de musculación, etc.

Los ejercicios cíclicos deben ser divididos en una serie de grupos según la utilización de unas u otras vías energéticas. Este enfoque es unánimemente aceptado y ha sido fundamentado por especialistas de distintos países. Las diferencias residen tan sólo en la cantidad de grupos. Por ejemplo, Farfel (1975), a partir de la potencia del trabajo y de la utilización exclusiva de las fuentes aeróbicas o anaeróbicas de energía, destacó 4 zonas: con máxima duración de los ejercicios hasta 20 seg (zona de potencia máxima), desde 20 seg hasta 3-5 min (zona de potencia submáxima), desde 3-5 hasta 30-40 min (zona de gran potencia) y más de 40 min (zona de potencia moderada).

Cuando se planificaba el sistema de preparación de los deportistas de la URSS y de la RDA especializados en modalidades cíclicas se solían utilizar, en los años 70 y 80, cinco zonas de intensidad del trabajo:

1. anaeróbica alactácida;
2. anaeróbica glucolítica;
3. mixta (anaeróbica-aeróbica);
4. aeróbica (de entrenamiento);
5. aeróbica (de recuperación).



Ilustr.3. *Relación entre el tiempo máximo de trabajo y la fuerza de contracción durante un trabajo estático local (izquierda) y con la potencia (frecuencia de movimientos) durante un trabajo dinámico local (derecha). (Kotz, 1986).*

Debido a la necesidad de regular mejor el proceso de la preparación física, se han llevado a cabo intentos en los últimos años para establecer una clasificación más fraccionada. La fórmula más adecuada fue la propuesta por Kotz (1986) quien, a partir de las vías de suministro de la energía, clasificó todos los ejercicios en tres grupos de anaeróbicos y cinco grupos de aeróbicos.

Entre los ejercicios anaeróbicos (véase cuadro 1) figuran los siguientes:

1. los ejercicios de máxima potencia anaeróbica (de potencia anaeróbica);
2. los ejercicios de potencia anaeróbica casi máxima (de potencia anaeróbica mixta);
3. los ejercicios de potencia anaeróbica submáxima (de potencia anaeróbica-aeróbica).

Los ejercicios de máxima potencia anaeróbica (de potencia anaeróbica). En estos ejercicios se utiliza exclusivamente la vía anaeróbica de suministro de energía de los músculos que intervienen en el trabajo. Dicha vía actúa, principalmente, a expensas del sistema energético fosfagénico (ATP+CP) con una cierta participación del sistema lactácido (glucolítico), (véase cuadro 1). A este tipo corresponden, por ejemplo, las carreras hasta 100 m, la carrera ciclista de velocidad en velódromo, la natación de velocidad hasta 50 m.

Debido a la corta duración de los ejercicios anaeróbicos, durante su ejecución, las funciones circulatoria y respiratoria no logran alcanzar el máximo posible. Durante un ejercicio anaeróbico máximo, el deportista o bien no respira, o tiene tiempo de ejecutar, solamente, varios ciclos respiratorios. Por consiguiente, la ventilación pulmonar «media» no supera el 20-30% de la máxima. La FC aumenta antes de la salida (hasta 140-150 puls/min) y durante el ejercicio sigue aumentando, para alcanzar el valor más alto inmediatamente después de llegar a la meta (80-90% del máximo posible). La intensificación de la actividad del sistema cardiorrespiratorio (transporte del oxígeno) no tiene prácticamente importancia para el suministro energético del ejercicio en sí. La concentración de lactato en sangre durante el trabajo varía de forma poco sustancial, aunque en los músculos en actividad puede llegar a alcanzar los 10 mmol/kg, e incluso más, al final del trabajo.

Los sistemas y mecanismos fisiológicos más importantes que determinan la marca deportiva en estos ejercicios son la regulación nerviosa central de la actividad muscular (coordinación de los movimientos con una gran potencia muscular), las propiedades funcionales del aparato nervioso y muscular (fuerza-velocidad), la capacidad y la potencia del sistema energético fosfagénico de los músculos en actividad.

Los ejercicios de potencia anaeróbica casi máxima (de potencia anaeróbica mixta). Son ejercicios con suministro de energía predominantemente anaeróbico de los músculos en actividad (véase cuadro 1). Como ejemplo de ejercicios de competición de dicho grupo, podemos citar la carrera en las distancias de 200-400 m, la natación en distancias inferiores a los 100 m, el patinaje de velocidad de 500 m, y la carrera contrarreloj de los 1.000 m en ciclismo en pista con salida parada.

Para el suministro energético de estos ejercicios, una importante intensificación de la actividad del sistema de transporte de oxígeno ya desempeña un papel determinante, que es todavía mayor cuanto más dura el ejercicio. Durante la ejecución del ejercicio, aumenta rápidamente la ventilación pulmonar, de modo que hacia el final de un

Grupo	Componente anaeróbico de producción de energía, %	Relación de los tres sistemas energéticos, % fosfagénico + glucolítico + vía oxidativa			Potencia récord kcal/min	Duración máxima récord en la carrera
De máxima potencia anaeróbica (hasta 15-20 seg)	90-100	95	5	-	120	hasta 20
De potencia anaeróbica casi máxima (20-45 seg)	75-85	70	20	10	100	20-50
De potencia anaeróbica submáxima (45-120 seg)	60-70	25	60	15	40	60-120

Cuadro 1. *Características energéticas y ergométricas de los ejercicios cíclicos anaeróbicos. (Kotz, 1986).*

ejercicio de cerca de 1 min de duración puede alcanzar el 50-60% de la máxima ventilación de trabajo para un deportista concreto (60-80 l/min). La velocidad del consumo de O_2 aumenta rápidamente en el recorrido de la distancia, y en la meta de los 400 m puede constituir el 70-80% del $\dot{V}O_2$máx individual.

La concentración de lactato en sangre después del ejercicio es muy alta: hasta 15 mmol/l para los deportistas de alto nivel. Es tanto más alta cuanto mayor es la distancia y más alto el nivel del deportista. La acumulación de lactato en sangre se debe a la gran velocidad de su formación en los músculos en actividad (como resultado de una glucólisis anaeróbica intensa).

Los sistemas y mecanismos fisiológicos más importantes que determinan la marca deportiva en los ejercicios de potencia anaeróbica casi máxima, son los mismos que en los ejercicios del grupo anterior, además de la potencia del sistema energético lactácido (glucolítico) de los músculos en actividad.

Los ejercicios de potencia anaeróbica submáxima (de potencia anaeróbica-aeróbica). Son ejercicios donde predomina el componente anaeróbico del suministro de energía de los músculos en actividad. Sin embargo, en el suministro de energía de estos ejercicios, una parte muy importante recae en el sistema energético oxidativo y aeróbico (véase cuadro 1).

La potencia y la duración máxima de dichos ejercicios son tales que en el proceso de su ejecución, los índices de la actividad del sistema del transporte de oxígeno (FC, bombeo cardíaco, ventilación pulmonar, velocidad de consumo de oxígeno) pueden acercarse a los valores máximos para un deportista concreto o incluso alcanzarlos. Cuanto más prolongado es el ejercicio, más altos serán dichos índices al llegar a la meta y más importante será la parte de producción energética aeróbica durante la ejecución del ejercicio. Después de dichos ejercicios, se observa una concentración de lactato en sangre muy alta en los músculos en actividad: hasta 20-25 mmol/l. Por lo tanto, el pH de la sangre disminuye hasta 7,0. Se suele observar el incremento de la concentración de glucosa en sangre: hasta 150 mg y un alto contenido de catecolaminas y de hormona del crecimiento en el plasma sanguíneo.

Los sistemas y mecanismos fisiológicos más importantes son la capacidad y la potencia del sistema energético lactácido (glucolítico) de los músculos que intervienen en el trabajo, las propiedades funcionales (de potencia) del aparato neuromuscular, así como las capacidades de transporte de oxígeno del organismo (en particular del sistema cardiovascular) y las posibilidades aeróbicas (oxidativas) de los músculos en actividad. De este modo, los ejercicios del presente grupo plantean exigencias muy grandes a las posibilidades, tanto anaeróbicas como aeróbicas, de los deportistas.

Kotz (1986) incluye entre los ejercicios aeróbicos los siguientes (véase cuadro 2):

1. ejercicios de máxima potencia aeróbica (95-100% del $\dot{V}O_2$máx);
2. ejercicios de potencia aeróbica casi máxima (85-90% del $\dot{V}O_2$máx);
3. ejercicios de potencia aeróbica submáxima (70-80% del $\dot{V}O_2$máx);
4. ejercicios de potencia aeróbica media (55-65% del $\dot{V}O_2$máx);
5. ejercicios de poca potencia aeróbica (50% del $\dot{V}O_2$máx y menos).

Los ejercicios de poca potencia aeróbica. Se trata de ejercicios en los que predomina el componente aeróbico del suministro de energía (hasta 60-70%). Sin embargo, la aportación energética de los procesos de energía (predominantemente glucolíticos) anaeróbicos es todavía muy importante (cuadro 2). Entre los ejercicios de competición de este grupo figuran: carrera de 1.500 y 3.000 m, carrera de patinaje de velocidad de 3.000 y 5.000 m, natación de 400 y 800 m, remo (distancias clásicas), tramos de 4 km en el velódromo.

Un minuto y medio o dos minutos después de iniciar el ejercicio, se alcanza la cúspide de la FC para una persona concreta, el volumen sistólico y el bombeo cardíaco, la ventilación pulmonar de trabajo, la velocidad de consumo de O_2.

Después del final del ejercicio, la concentración del lactato en sangre alcanza los 15-25 mmol/l en relación inversa con la duración máxima del ejercicio y en relación directa con el nivel del deportista (marca deportiva).

Los principales sistemas y mecanismos fisiológicos son comunes para todos los ejercicios aeróbicos. Por otra parte, un papel muy importante recae en la potencia del sistema energético lactácido (glucolítico) de los músculos en actividad.

Los ejercicios de potencia aeróbica casi máxima son ejercicios durante cuya ejecución hasta un 90% de toda la producción de energía se suministra por las reacciones oxidativas (aeróbicas) en los músculos en actividad (cuadro 2).

Se utilizan como sustratos en primer lugar los hidratos de carbono (coeficiente respiratorio de cerca del 1,0). Un papel importante recae en el

Grupo	Consumo de O_2, % del MCO	Relación entre los tres sistemas energéticos, % fosfagénico + glucolítico + vía oxidativa			Principales sustratos	Potencia récord, kcal/min	Duración récord, min
De máxima potencia aeróbica (3-10 min)	95-100	20	55-40	25-40	Glucógeno muscular	25	3-10
De potencia aeróbica casi máxima (10-30 min)	85-90	10-5	20-15	70-80	Glucógeno muscular, grasas y glucosa sanguínea	20	10-30
De potencia aeróbica submáxima (30-80 min)	70-80	-	2	98	Grasas, glucógeno muscular y glucosa sanguínea	14	120-240
De poca potencia aeróbica (más de 2 horas)	50 y menos	-	-	100	Grasas, glucógeno muscular y glucosa sanguínea	12	240

Cuadro 2. *Características energéticas y ergométricas de los ejercicios cíclicos aeróbicos. (Kotz, 1986).*

glucógeno muscular y, en menor grado, en el glucógeno de la sangre.

A este grupo pertenecen: la carrera de los 5.000 y 10.000 m, los 1.500 m de natación, la carrera de esquí de 15 km y la de patinaje de velocidad de 10.000 m. Durante la ejecución de los ejercicios, la FC alcanza un nivel de 90-95%, la ventilación pulmonar, el 85-90% de los valores máximos individuales. La concentración de lactato en sangre después de los ejercicios es de cerca de 10 mmol/l para los deportistas de alto nivel.

Los ejercicios de potencia aeróbica submáxima son ejercicios durante cuya ejecución más del 90% de toda la energía se forma por la vía aeróbica (véase cuadro 2). Los hidratos de carbono se someten más a la degradación oxidativa que las grasas (el coeficiente respiratorio es de 0,85-0,90). Como principales sustratos energéticos hallaremos el glucógeno y la grasa de los músculos en actividad y de la sangre, y (según la duración del trabajo) de la glucosa sanguínea. En este grupo figuran: la carrera de los 30 km y más (incluyendo la maratón), las carreras de esquí de 20-50 km, la marcha hasta 20 km.

Durante el ejercicio, la FC está a un nivel del 80-90% y la VP a un 70-80% de los valores máximos para un deportista determinado. La concentración de lactato en sangre no suele superar los 4 mmol/l, aumenta considerablemente sólo al principio de la carrera o después de largas subidas. Durante la ejecución de estos ejercicios, la temperatura corporal puede alcanzar 39-40°.

Los principales sistemas y mecanismos son comunes para todos los ejercicios y, además, la capacidad del sistema oxidativo que depende principalmente de las reservas de glucógeno muscular y hepático y de la capacidad de los músculos para aumentar la oxidación (utilización) de las grasas.

Los ejercicios de potencia aeróbica media son ejercicios durante cuya ejecución casi toda la energía de los músculos en actividad se suministra mediante procesos aeróbicos (véase cuadro 2). El principal sustrato energético son las grasas de los músculos en actividad y de la sangre. Los hidratos de carbono desempeñan un papel relativamente menos importante (coeficiente respiratorio de cerca del 0,80). La duración máxima del ejercicio puede ser hasta de varias horas. Entre los ejercicios de este grupo figuran principalmente: la marcha atlética de 50 km y las carreras de esquí de fondo de larga distancia (más de 50 km).

Los índices cardiorrespiratorios no superan el

60-75% de los máximos para un deportista determinado. Las características de dichos ejercicios y de los ejercicios del grupo anterior son bastante análogas.

Los ejercicios de poca potencia aeróbica son los que durante su ejecución prácticamente toda la energía de los músculos en actividad se suministra gracias a los procesos oxidativos en los que se consumen principalmente las grasas y en menor grado los hidratos de carbono (coeficiente respiratorio inferior a 0,8). Los ejercicios de esta potencia fisiológica relativa pueden ejecutarse durante muchas horas. Ello corresponde a la actividad cotidiana del ser humano (caminar) o a los ejercicios físicos del deporte para todos o de rehabilitación (véase cuadro 2).

Los ejercicios acíclicos se caracterizan por un cambio constante y por la inestabilidad de la actividad motora, por la variación de los parámetros dinámicos y espaciotemporales de las acciones motoras en amplios diapasones. Estos ejercicios se ejecutan en aquellas modalidades deportivas como la halterofilia, los lanzamientos de atletismo, los juegos deportivos de equipo, los deportes de coordinación compleja (gimnasia, patinaje artístico, esquí alpino, etc.).

Se pueden destacar tres grupos de ejercicios acíclicos: de situación, estándar y de choque.

Los ejercicios de situación se distinguen por una variedad exclusiva de las características dinámicas y espaciotemporales de los movimientos, de la actividad de los sistemas de suministro de energía, de los centros reguladores y de los órganos ejecutantes. Estos ejercicios caracterizan los juegos deportivos de equipo, los deportes de lucha individual y algunos deportes de coordinación compleja (esquí alpino).

Los ejercicios estándar, aunque se caracterizan por una gran variedad de acciones motoras y de la actividad de los distintos sistemas funcionales del organismo del deportista, organizan todas estas acciones en un sistema bastante estricto, con un orden determinado de los elementos, con características dinámicas y cinemáticas concretas de los movimientos. Los ejercicios de este grupo caracterizan la mayoría de los deportes de coordinación compleja (gimnasia, salto de trampolín, acrobacia, patinaje artístico sobre hielo).

Los ejercicios de choque se diferencian por la puesta en evidencia de índices casi extremos y extremos de la fuerza-velocidad, por su coordinación compleja de los movimientos y por su breve duración.

Según el carácter específico de la modalidad deportiva, los ejercicios explosivos pueden presentar carácter estándar o carácter situacional. Por ejemplo, los ejercicios de halterofilia, los saltos y lanzamientos de atletismo, los ejercicios gimnásticos o acrobáticos, presentan, por regla general, carácter estándar. Al mismo tiempo, las técnicas de fuerza de carácter explosivo en hockey, los pases de fútbol, los lanzamientos de lucha ejecutados en condiciones competitivas, etc., presentan carácter situacional.

Los ejercicios acíclicos de choque pueden ser elementos del trabajo cíclico. Por ejemplo, podemos observarlo durante la ejecución de la salida o en el viraje en natación con transición a un trabajo cíclico de alta intensidad, la salida de una carrera en atletismo o en patinaje de velocidad.

LOS MÉTODOS DE LA PREPARACIÓN FÍSICA

Los métodos que se aplican para la preparación física son los métodos de trabajo del entrenador y del deportista mediante los cuales se logra una asimilación de conocimientos, capacidades y hábitos, y se desarrollan las cualidades indispensables.

En la práctica, todos los métodos se dividen en tres grupos: métodos orales, visuales y prácticos. En el proceso del entrenamiento deportivo se aplican estos tres métodos en combinaciones diferentes. Cada método se utiliza no de una forma estándar, sino que se adapta constantemente a las exigencias concretas y a las particularidades de la preparación deportiva. Para elegir los métodos, hay que procurar que correspondan estrictamente a los objetivos planteados, a los principios didácticos generales, a la edad y sexo de los deportistas, a su nivel y a su estado de forma. En la escuela soviética del deporte, donde se presta especial atención a la relación de la teoría con la práctica, y debido a las particularidades de la actividad deportiva, desempeñan un importante papel los métodos prácticos.

Los métodos orales que se utilizan en el entrenamiento deportivo son las explicaciones, las conferencias, charlas, análisis y discusiones. Estas formas se utilizan principalmente en forma lacónica, sobre todo cuando se prepara a deportistas de alto nivel. Se utiliza una terminología especial, y se combinan los métodos orales con los visuales. La eficacia del proceso de entrenamiento depende en gran parte de una buena utilización de las indicaciones, órdenes, observaciones, de las valoraciones y explicaciones orales.

Los métodos visuales que se utilizan en la práctica deportiva son variados y dependen de la validez del proceso de entrenamiento. Uno de ellos es la demostración justa, desde el punto de vista metodológico de cada ejercicio y sus elementos, que suele hacer el entrenador o el deportista de alto nivel.

En la práctica deportiva, y muy especialmente en los últimos años, se aplican los medios auxiliares de demostración: películas, grabaciones de vídeo. Se utilizan también métodos de orientación. En este punto cabe distinguir las orientaciones más sencillas que limitan la dirección de los movimientos, la distancia recorrida, etc., y las más complejas como las de la luz, el sonido y los equipamientos mecánicos más importantes como la informática y la relación inversa. Estos equipamientos permiten al deportista recibir información sobre las características del ritmo, el espacio y la dinámica de los movimientos, y a veces disponer no sólo de información sobre los movimientos y sus resultados, sino también sobre la corrección necesaria.

Los métodos de los ejercicios prácticos pueden ser divididos en dos grupos fundamentales: (a) los métodos que tienden principalmente a que se asimile la técnica deportiva, es decir a formar las capacidades y hábitos motores que son propios de una modalidad deportiva; (b) los métodos que tienen como objetivo principal el desarrollo de las cualidades motoras.

Cabe destacar el primer grupo porque en cualquier modalidad deportiva, en particular en las de coordinación compleja, en las de lucha individual y en los juegos de equipo, la preparación técnica es un proceso complejo y constante tanto de asimilación de nuevos elementos, enlaces, técnicas o jugadas (patinaje artístico, saltos de trampolín, acrobacia y gimnasia artística, luchas individuales, juegos de equipo), como de perfeccionamiento de la técnica con una estructura relativamente estable de los movimientos (modalidades deportivas de fuerza-velocidad y modalidades cíclicas).

Cabe tener en cuenta que la asimilación de la técnica deportiva casi siempre presupone el dominio simultáneo de la aplicación táctica de las jugadas y acciones técnicas en las condiciones de competición. Ello es particularmente específico de las luchas individuales, de los juegos deportivos de equipo, del ciclismo, del esquí alpino, en los que el dominio de una u otra técnica (por ejemplo, en lucha o en baloncesto) presupone también invariablemente el aprendizaje de la táctica para aplicar esta jugada o técnica en las condiciones de competición.

El amplio arsenal y la variedad de las cargas físicas que caracterizan el segundo grupo de métodos desarrolla no sólo las cualidades físicas, sino que también perfeccionan la maestría técnica y deportiva y las cualidades psíquicas. Ambos grupos de métodos están íntimamente relacionados entre sí; se aplican unitariamente y permiten resolver de forma eficaz los objetivos del entrenamiento deportivo. La imposibilidad de aislar el proceso de la preparación física del proceso de perfeccionamiento técnico exige analizar tanto los métodos para desarrollar las cualidades motoras como el perfeccionamiento de la técnica deportiva.

Métodos para asimilar fundamentalmente la técnica deportiva

Es preciso destacar los métodos de aprendizaje del ejercicio en su totalidad o por partes.

El aprendizaje del movimiento en general se realiza cuando se aprenden ejercicios relativamente sencillos, así como ejercicios complejos que es imposible dividir en partes. Sin embargo, al iniciar el aprendizaje de un ejercicio entero, la atención de los deportistas se centra en la ejecución racional de cada elemento de todo el acto motor.

Durante el aprendizaje de movimientos más o menos complejos que pueden dividirse en partes relativamente independientes, la asimilación de la técnica deportiva se lleva a cabo por partes. Posteriormente, la ejecución de las acciones motoras conlleva la integración en una sola unidad de los componentes previamente asimilados de un ejercicio complejo.

Al aplicar los métodos para asimilar los movimientos, tanto en su totalidad como por partes, un papel primordial recae en los ejercicios de introducción y de imitación. Los ejercicios de preparación se utilizan para facilitar la asimilación de la técnica deportiva mediante el aprendizaje de las acciones motoras más sencillas que permiten ejecutar el movimiento fundamental. Ello obedece a la estructura de la coordinación propia de los ejercicios de preparación y de los ejercicios fundamentales. Por ejemplo, en el entrenamiento de un corredor se utilizan como ejercicios de preparación la carrera elevando mucho las caderas, la carrera con saltos, carrera elevando talones, etc. Cada uno de estos ejercicios es preparatorio a la carrera y contribuye a adquirir más eficazmente cada elemento en sí: repulsión, posición alta del muslo, disminución del tiempo de apoyo, perfeccionamiento de la coordinación en la actividad de los músculos antagonistas, etc.

En los ejercicios de imitación se mantiene la estructura global de los ejercicios fundamentales, pero su ejecución supone condiciones que facilitan la asimilación de las acciones motoras. Como ejercicios de imitación se puede utilizar el pedaleo en el cicloergómetro para los ciclistas; la imitación de los movimientos natatorios para los nadadores; el trabajo en la máquina de remo, etc. Los ejercicios de imitación se utilizan ampliamente para perfeccionar la técnica tanto de los deportistas jóvenes como de los deportistas de distinto nivel. Permiten no sólo tener una idea sobre la técnica del ejercicio deportivo y facilitar el proceso de su aprendizaje, lograr la coordinación óptima de la estructura del movimiento antes de las competiciones, sino también lograr la coordinación eficaz entre las funciones motoras y vegetativas, permite aumentar la eficacia de la realización del potencial en el ejercicio de competición (Diachkov, 1972; Shapkova, 1981).

Métodos que tienen como objetivo principal desarrollar las cualidades motoras

Un índice importante que determina la estructura de los métodos prácticos de entrenamiento es saber si el ejercicio tiene carácter continuo en el proceso de la utilización de un método determinado, o si se da con pausas para el descanso, si se ejecuta en régimen estándar o en régimen variado.

En el proceso del entrenamiento deportivo, los ejercicios se utilizan en el marco de dos métodos fundamentales: continuo y de intervalos. El método continuo se caracteriza por la ejecución continuada de un trabajo de entrenamiento. El método de intervalos supone la ejecución de los ejercicios con las pausas reglamentarias de descanso.

Con la utilización de ambos métodos, los ejercicios pueden ser ejecutados tanto en régimen constante como en régimen alternado. Según los ejercicios elegidos y las particularidades de su aplicación, el entrenamiento presentará carácter general (integral) o carácter exclusivo (predominante). Con la acción general se lleva a cabo el perfeccionamiento paralelo (complejo) de las distintas cualidades que determinan el nivel de preparación del deportista; con la acción exclusiva, se lleva a cabo el desarrollo predominante de cada cualidad. Con el régimen constante de utilización de cualquiera de los métodos, la intensidad del trabajo es constante; con el régimen alternado, la intensidad será variable. La intensidad del trabajo puede aumentar de ejercicio en ejercicio (variante progresiva) o variar de modo desigual (variante variable).

El método continuo de entrenamiento que se aplica con trabajo constante se utiliza sobre todo para aumentar las capacidades aeróbicas, para desarrollar la resistencia especial al trabajo de larga y media duración. Como ejemplo podemos citar el remo en distancias de 5.000 y 10.000 m a velocidad constante con una frecuencia cardíaca de 145-160 puls/min; carrera de 10.000 y 20.000 m con la misma frecuencia cardíaca. Los ejercicios mencionados permitirán incrementar la productividad aeróbica de los deportistas, y permitirá desarrollar su resistencia para trabajos prolongados, así como su economía.

Las posibilidades del método continuo de entrenamiento en condiciones de trabajo alternado son mucho más variadas. Según la duración de cada parte del ejercicio, ejecutadas con mayor o menor intensidad, según las particularidades de sus combinaciones, la intensidad del trabajo durante la ejecución de partes aisladas, es posible lograr una acción predominante en el organismo del deportista para desarrollar la velocidad, los distintos tipos de resistencia, perfeccionar las capacidades particulares que determinan el nivel de resultados deportivos en cada modalidad.

Si se aplica la opción variable es posible alternar las partes del ejercicio ejecutadas con distinta intensidad o con distinta intensidad y duración variable. Por ejemplo, al recorrer la distancia de los 8.000 m en patinaje de velocidad (20 vueltas de 400 m), una vuelta se recorre con el resultado de 45 seg, la siguiente es libre, a velocidad libre. Este trabajo permitirá desarrollar la resistencia especial, asimilar la técnica de competición, aumentar las posibilidades aeróbicas y anaeróbicas. La opción progresiva implica un aumento de la intensidad del trabajo conforme se va ejecutando el ejercicio; la opción decreciente implica su disminución. El recorrido de la distancia de 500 m en natación (el primer tramo de 100 m se nada en 64 seg, y los siguientes tramos en 2 seg menos, es decir, en 62, 60, 58 y 56 seg), es un ejemplo de la aplicación de la opción progresiva; por otra parte, en esquí de fondo, el recorrido de los 20 km (4 vueltas de 5 km) con los resultados respectivos de 20, 21, 22 y 23 min es un ejemplo de la opción decreciente.

El método de intervalos de entrenamiento que supone una ejecución equilibrada del trabajo se aplica muy a menudo en la práctica del entrenamiento deportivo. Es típica de este método, la ejecución de series de ejercicios de duración e intensidad constantes y pausas estrictamente reglamentadas. Como ejemplo podemos citar las series típicas destinadas a desarrollar la resistencia

especial: 10 x 400 m en carrera de atletismo y carrera de patinaje de velocidad, 10 x 1.000 m en remo, etc. Las series para desarrollar las cualidades de «sprinter» pueden servir como ejemplo de la opción variable: 3 x 60 m a máxima velocidad, descanso: 3-5 min; 30 m con salida lanzada a máxima velocidad, carrera lenta: 200 m. Un ejemplo de la opción progresiva pueden ser los conjuntos que suponen recorrer los tramos de longitud progresiva (series de 400 m + 800 m + 1.200 m + 1.600 m + 2.000 m) o de velocidad estable con velocidad creciente (6 series de 200 m en los tiempos de 2 min 14 seg, 2:12, 2:10, 2:08, 2:06, 2:04). La opción decreciente supone la combinación inversa: la ejecución seguida de ejercicios que van disminuyendo la longitud o la ejecución de ejercicios de idéntica duración disminuyendo su intensidad.

En un conjunto de ejercicios es posible combinar las opciones progresiva y decreciente. Podemos citar como ejemplo un conjunto que se suele utilizar para desarrollar la resistencia especial en los 1.500 m de natación: 600 m, descanso de 30-40 seg; 400 m, descanso de 20-30 seg; 200 m, descanso de 15 seg; 100 m, descanso de 10 seg; 50 m, descanso de 5 seg; 50 m (velocidad 85-90% de la máxima alcanzable en el tramo correspondiente). En este caso, va aumentando la velocidad de nado, entre repetición y repetición, y disminuye la distancia a recorrer.

La ejecución de ejercicios utilizando el método de intervalos puede presentar carácter constante (por ejemplo, 10 x 800 m en la carrera atlética, 6 x 5 km en esquí de fondo, etc.) o ser un trabajo en series 6 x (4 x 50 m) en natación, 4 x(4 x 300-400 m) en ciclismo en pista, etc.

Como métodos prácticos de competición, se suele distinguir el de partido y el de competición.

El método de partido presupone la ejecución de acciones motoras en las condiciones del partido, siempre sin salir del marco de su reglamento específico y del arsenal de jugadas y situaciones técnicas y tácticas.

La aplicación del método de partido concede gran emotividad a las sesiones de entrenamiento y debe resolver los objetivos en condiciones que varían constantemente, que exigen un alto nivel de fuerza y velocidad, resistencia, flexibilidad, coordinación, posibilidades técnicas, tácticas y psíquicas.

Estas particularidades de la actividad de juego exigen por parte de los deportistas iniciativas, valor, estabilidad e independencia, la capacidad de dominar las emociones, un alto grado de coordinación, rapidez de reacciones, rapidez de razonamiento, aplicación de soluciones técnicas y tácticas originales e inesperadas para los equipos adversarios. Todo ello presupone la eficacia del método de juego para resolver las cuestiones relacionadas con los distintos aspectos de la preparación del deportista. Sin embargo, la eficacia del sistema de juego no se limita a resolver las cuestiones relacionadas con un mejor nivel de los deportistas. No menos importante es su papel como medio de descanso activo, puesto que permite a los deportistas pasar a otro tipo de actividad motora para acelerar y aumentar la eficacia de los procesos de adaptación y de recuperación, así como para mantener el nivel de preparación alcanzado previamente.

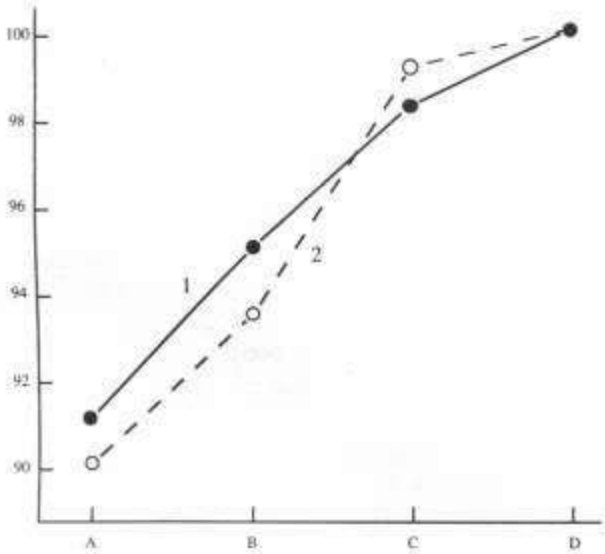
El método de competición presupone una actividad competitiva especialmente organizada que en cada caso actúa como método óptimo para incrementar la eficacia del proceso de entrenamiento. La aplicación de este método plantea altísimas exigencias a las posibilidades físicas, técnicas, tácticas y psicológicas del deportista; provoca, por otra parte, profundas desviaciones en la actividad de los sistemas más importantes y, de este modo, estimula los procesos de adaptación, y permite la realización de las posibilidades de los sistemas funcionales que predeterminan el nivel de condición física en la actividad competitiva.

No hay que olvidar que en el proceso de entrenamiento, incluso con una planificación óptima de las cargas que modelan las de competición y con la correspondiente motivación del deportista para ejecutarla eficazmente, el nivel de actividad funcional de los órganos reguladores y ejecutores es muy inferior al de las competiciones. Tan sólo durante las competiciones, el deportista puede lograr el nivel de las manifestaciones funcionales extremas y ejecutar un trabajo que resulta imposible durante las sesiones de entrenamiento.

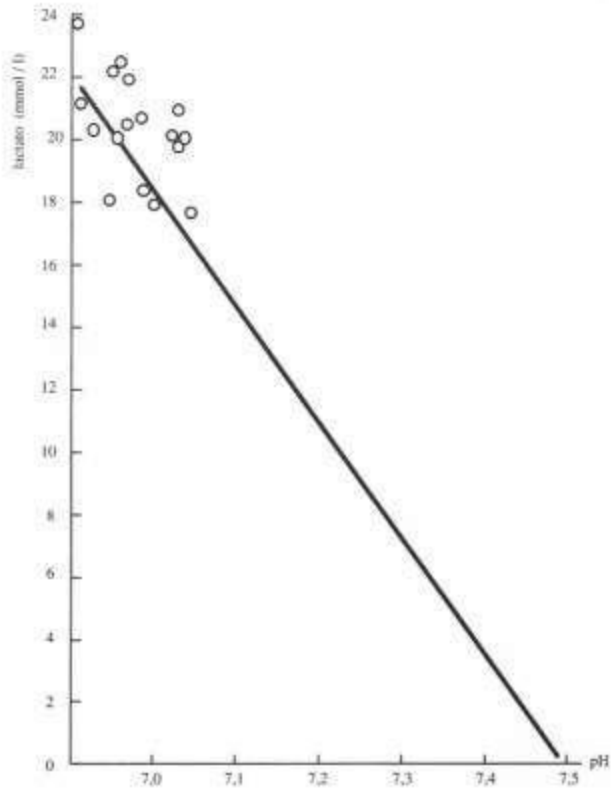
La creación de un microclima de competición durante la ejecución de los ejercicios y programas de entrenamiento permite aumentar la capacidad de trabajo de los deportistas y movilizar más profundamente las reservas de su organismo. Ello viene reflejado en los datos que indican el nivel de capacidad de trabajo de los deportistas de alto nivel cuando nadan las distancias de competición en condiciones de entrenamiento y de las competiciones de distinto nivel (ilustr.4), así como durante la ejecución de ejercicios de fuerza para desarrollar la resistencia de fuerza con 10 ejecuciones de un trabajo de fuerza en una máquina de musculación para los músculos de la cintura escapular durante 1 minuto y con una sobrecarga del 60% del máximo alcanzable y con pausas de 20 seg (cuadro 3).

Condiciones de la ejecución	Cantidad de repeticiones en 10 min	Indice Fuerza-resistencia (unid.)	FC al final de los ejercicios	Deuda de oxígeno (datos medios) (l/min)
Trabajo individual	430	12.900	182	7,5
Trabajo colectivo con método de competición e información sobre los resultados	495	14.850	190	9,0

Cuadro 3. *Capacidad de trabajo de los deportistas y reacciones de los sistemas funcionales del organismo.*



Ilustr.4. *Velocidad de nado de las distancias de competición en nadadores de alto nivel en condiciones de entrenamiento y de competición de distinto nivel: A: entrenamiento; B: competiciones de control: C: pruebas eliminatorias o de selección; 1: Crol (p=6); 2: Braza (p=5). (Vaitzejovsky, 1985).*



Ilustr.5. *Relación entre los valores de pH y de lactato en las series de control (puntos) de 300 y 600 m, y en las de competición. (Hollmann y Hettinger, 1980).*

Existen otras investigaciones que demuestran que las condiciones de las competiciones permiten una utilización más completa de las reservas funcionales del organismo respecto a las condiciones del entrenamiento. Por ejemplo, las series de control de las distancias de 300 y 600 m provocan una acumulación de lactato muy inferior a las transformaciones que se observan durante el recorrido de las mismas distancias en condiciones de competición. Como se desprende de la ilustr.5, el máximo valor de lactato en condiciones de competición oscila entre 20-24 $mmol.l^{-1}$, los valores de pH descienden por debajo de 6,9. En las series de control, los valores máximos de lactato no superan los 18 $mmol.l^{-1}$ y el pH = 7,0.

Las cargas de competición de la carrera maratón, de ciclismo (ruta) pueden provocar alteraciones patológicas sustanciales en los músculos que soportan la carga fundamental, lo cual no se suele observar en el proceso de entrenamiento. Por ejemplo, después de competiciones de maratón, se han observado lesiones en el aparato de contracción (lesión de los discos, miofibrilisis, aparición de nudos de contracción), sarcolemas, necro-

sis celular, inflamaciones, etc. en el músculo gemelo de los deportistas. La desaparición de las señales traumáticas señaladas no se produce hasta 10 días después de las competiciones.

Las investigaciones han demostrado que en tests repetidos y en las condiciones habituales, las oscilaciones de la fuerza con mediciones repetidas no suelen superar el 3-4%. Si los cambios repetidos se observan en las competiciones o con la motivación correspondiente, el aumento de la fuerza puede alcanzar el 10-15% y en algunos casos un 20% y más.

Al utilizar el método de competición, hay que variar radicalmente las condiciones de la competición para acercarlas al máximo a las exigencias que permiten en mayor grado resolver los objetivos planteados.

Las competiciones pueden celebrarse en condiciones más complejas o más fáciles respecto a las que son características de las competiciones oficiales.

Podemos citar los siguientes ejemplos de cómo se pueden llevar a cabo las competiciones en condiciones más complejas:

1. celebración de las competiciones en altura, en un clima cálido, con malas condiciones metereológicas (viento en contra, para el ciclismo, esquí «de mayor peso» para el esquí alpino, etc.);
2. celebración de las competiciones de los juegos deportivos de equipo en campos y canchas más pequeños, con más jugadores del equipo contrario;
3. series de combates (lucha) o golpes (boxeo) con pausas relativamente breves contra varios adversarios;
4. competiciones utilizando aparatos con sobrecarga (lanzamiento de martillo, lanzamiento de peso), y limitando los ciclos respiratorios en las modalidades cíclicas.

El hecho de facilitar las condiciones de la competición puede llevarse a cabo mediante la planificación de las competiciones en distancias de menor extensión en las modalidades cíclicas, disminuyendo la duración de los combates en los deportes de lucha individual, simplificando el programa de competición en los deportes de coordinación compleja; utilizando aparatos más ligeros (en los lanzamientos), disminuyendo la altura de la red en voleibol, la masa del balón en waterpolo y en fútbol; aplicando un «handicap» con el que se presupone una cierta supremacía al participante más débil (sale a competir un poco antes) en los deportes cíclicos, tiene ventaja en los tiros, en los juegos deportivos de equipo, etc.

ESTRUCTURA GLOBAL, TIPOS Y ORGANIZACIÓN DE LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO

El eslabón de la unidad estructural del proceso de entrenamiento es cada una de las sesiones durante las cuales los diferentes medios que permiten desarrollar la fuerza, velocidad, flexibilidad, coordinación y resistencia, crean las premisas para que transcurran eficazmente los procesos de adaptación y de readaptación en el organismo del deportista. La estructura de las sesiones de entrenamiento obedece a muchos factores, entre los cuales cabe destacar la finalidad de una sesión de entrenamiento, las oscilaciones legítimas de la actividad funcional del organismo del deportista durante una actividad muscular más o menos eficaz, la magnitud de la carga de la sesión de entrenamiento, las particularidades de la elección y de la combinación de los ejercicios de entrenamiento, el régimen de trabajo y de descanso, etc.

La estructura real de las sesiones de entrenamiento que está formada por una parte de preparación, una parte fundamental y una parte final, obedece a las transformaciones legítimas del estado funcional del organismo del deportista durante el trabajo.

En la parte de preparación se llevan a cabo actividades de organización y la preparación inmediata del deportista para ejecutar un programa de la parte fundamental de la sesión de entrenamiento. Si el principio de la sesión se realiza de forma estricta, ello disciplina a los deportistas, concentra la atención para la actividad que tienen que desempeñar. Si existe una mentalización justa para ejecutar el programa de la sesión de entrenamiento surge un estado precompetitivo que concluye con el aumento de la actividad de los sistemas funcionales del organismo, lo cual favorece su rápida preparación para el trabajo inminente. La realización del calentamiento en esta parte de la sesión de entrenamiento, que presupone la ejecución de un conjunto de ejercicios especialmente elegidos, permite una preparación óptima del deportista. Se suele dividir el calentamiento en dos partes: calentamiento general y específico. La primera parte del calentamiento activa los sistemas funcionales más importantes: el sistema nervioso central, el aparato locomotor, el sistema nervioso vegetativo, y prepara el organismo para el trabajo fundamental. En esta parte del calentamiento se utilizan distintos ejercicios de preparación general.

En la segunda parte del calentamiento se apli-

can ejercicios auxiliares y de preparación especial. Pretende crear un estado óptimo de los eslabones centrales y periféricos del aparato motor del deportista que determinan la eficacia de su actividad en la parte más importante de la sesión de entrenamiento. Intensifica también las funciones vegetativas que aseguran su actividad. La duración del calentamiento, la elección de los ejercicios y su correlación pueden oscilar entre límites importantes y dependen de las particularidades individuales de los deportistas, del carácter del trabajo a realizar y de las condiciones del medio externo.

En la parte fundamental de la sesión de entrenamiento se resuelven sus objetivos fundamentales. El trabajo ejecutado puede ser variado y contribuye a aumentar los distintos aspectos de la preparación física general y especial. La duración de la parte fundamental de la sesión de entrenamiento depende del carácter y del método de los ejercicios empleados, de la magnitud de la carga de entrenamiento. La elección de ejercicios y su cantidad vienen determinados por la finalidad de las sesiones y por su carga.

En la parte final de la sesión de entrenamiento se suele disminuir la intensidad del trabajo para que el organismo del deportista vuelva al estado previo al trabajo, en la medida de lo posible, y para crear las condiciones que permiten transcurrir positivamente los procesos de recuperación[1].

Según el carácter de las finalidades planteadas, se distinguen los siguientes tipos de sesiones de entrenamiento: de aprendizaje, de entrenamiento, de aprendizaje y entrenamiento, de recuperación, modélicas y de control.

Las sesiones de aprendizaje presuponen la asimilación por los deportistas de un nuevo material. Este material puede estar relacionado con la asimilación de distintos elementos técnicos de la ejecución de los ejercicios físicos, con el aprendizaje de opciones racionales de la técnica y de la táctica en relación orgánica con el nivel de desarrollo de la fuerza, velocidad, flexibilidad, coordinación y resistencia. Las peculiaridades de estas sesiones de entrenamiento son la cantidad relativamente limitada de capacidades, hábitos y conocimientos en que se basa la asimilación. La amplia utilización del control por parte del entrenador y de autocontrol de la calidad de la asimilación del material propuesto.

Las sesiones de este tipo se aplican especialmente en las primeras etapas de la preparación de varios años de duración, cuando se resuelve la mayoría de cuestiones relacionadas con el aprendizaje. Para el entrenamiento de los deportistas de alto nivel, se utilizan las sesiones de aprendizaje principalmente en el período de preparación, durante el cual se presta una gran atención a la asimilación del nuevo material.

Las sesiones de entrenamiento pretenden aumentar el nivel de las cualidades físicas. En estas sesiones se repiten numerosas veces los ejercicios bien asimilados. Según el contenido, la sesión de entrenamiento puede presentar carácter exclusivo o carácter complejo; según el volumen y la intensidad del trabajo, se caracterizan por las cargas de distinta magnitud.

Las sesiones de aprendizaje y entrenamiento son un tipo intermedio entre las puramente de aprendizaje o de entrenamiento. En ellas, los deportistas mezclan la asimilación del nuevo material con el perfeccionamiento de unas u otras cualidades físicas. Las sesiones de aprendizaje y entrenamiento se utilizan ampliamente en la segunda etapa de la preparación, y, durante el ciclo anual, en la segunda mitad de la primera etapa y al principio de la segunda etapa del período de preparación.

Las sesiones de recuperación se caracterizan por un pequeño volumen sumario de trabajo, por su variedad y emotividad, por la aplicación generalizada del método lúdico. Su objetivo fundamental consiste en estimular los procesos de recuperación después de las grandes cargas soportadas en las sesiones anteriores, crear un fondo favorable para que se produzcan las reacciones de adaptación en el organismo del deportista.

Las sesiones de recuperación se utilizan sobre todo en el período de trabajo más intenso después de una serie de sesiones con grandes cargas. Dichas sesiones ocupan un lugar importante en el proceso de entrenamiento en aquellos días que preceden inmediatamente las principales competiciones, y después de las competiciones, para lograr una rápida recuperación del potencial físico y psíquico del deportista. Una de las dos o tres sesiones de entrenamiento diarias puede dedicarse a la recuperación para lograr estimular, no sólo las reacciones de recuperación, sino también para la profilaxis de las cargas físicas y psíquicas.

Las sesiones modélicas son una forma importante de la preparación integral de los deportistas a las competiciones importantes. El programa de

---

[1] *NOTA DEL EDITOR. Aunque el autor no lo diferencia, entendemos por recuperación el tiempo que transcurre entre series o ejercicios dentro de la sesión de entrenamiento; y por regeneración el período de tiempo necesario para restablecer los depósitos energéticos del organismo que han sido solicitados durante el entrenamiento.*

dichas sesiones se estructura en acuerdo estricto con el programa de las competiciones anteriores y su reglamento, el contingente de deportistas y las posibilidades de los supuestos participantes.

Las sesiones de control contemplan la solución de las cuestiones del control de la eficacia del proceso de preparación. Según el contenido, dichas sesiones de control pueden estar relacionadas con la evaluación de la preparación física general o especial o con la evaluación del nivel de desarrollo de cada una de las cualidades físicas.

Las sesiones de control se planifican para todas las etapas de la preparación y en los distintos períodos del microciclo. Entre las exigencias más importantes para estructurar los programas de dichas sesiones de control, podemos destacar un claro planteamiento de los objetivos, su contenido adecuado, la identidad y la estricta ejecución de los programas destinados a controlar las cualidades físicas concretas.

Se recomienda distinguir las formas siguientes para organizar las sesiones: individual, de grupo, frontal y libre (Harre, 1971).

En la forma individual de las sesiones de entrenamiento, los deportistas reciben una tarea y la ejecutan independientemente. Entre las ventajas de dicha forma, cabe destacar las condiciones óptimas para la dosificación individual y la corrección de la carga, la educación de la independencia y del enfoque creativo para cumplir unos objetivos planteados, la estabilidad y la confianza en las propias fuerzas, la posibilidad de realizar el trabajo en poco tiempo y de acuerdo con unas condiciones determinadas. Entre los defectos de la forma individual de sesión, señalaremos: la ausencia de las condiciones de competición, así como de la ayuda y de la influencia estimulante de los demás deportistas.

La forma de sesión en grupo proporciona buenas condiciones para crear un microclima de competición durante las sesiones y de ayuda mutua para ejecutar cada ejercicio. Sin embargo, esta forma de sesión de entrenamiento dificulta considerablemente el control de la calidad de la ejecución, así como el trato individual del entrenador para con los deportistas.

En la forma frontal, un grupo de deportistas ejecuta simultáneamente los mismo ejercicios. Muy a menudo, se aplica esta forma para resolver objetivos locales en el marco de una sesión, y, en particular, cuando se realiza el calentamiento. Esta organización de la sesión permite al entrenador disponer de buenas condiciones para dirigir el grupo y aplicar los métodos individuales. Sin embargo, por otra parte se limita la posibilidad de tratar individualmente a los deportistas y se limita su independencia.

La forma libre de sesiones de entrenamiento puede utilizarse por los deportistas de alto nivel que tienen gran experiencia y conocimientos especiales.

Para incrementar la eficacia de las sesiones de entrenamiento, hay que elegir racionalmente las formas metodológicas y organizativas, en particular la forma estacionaria y la de circuito.

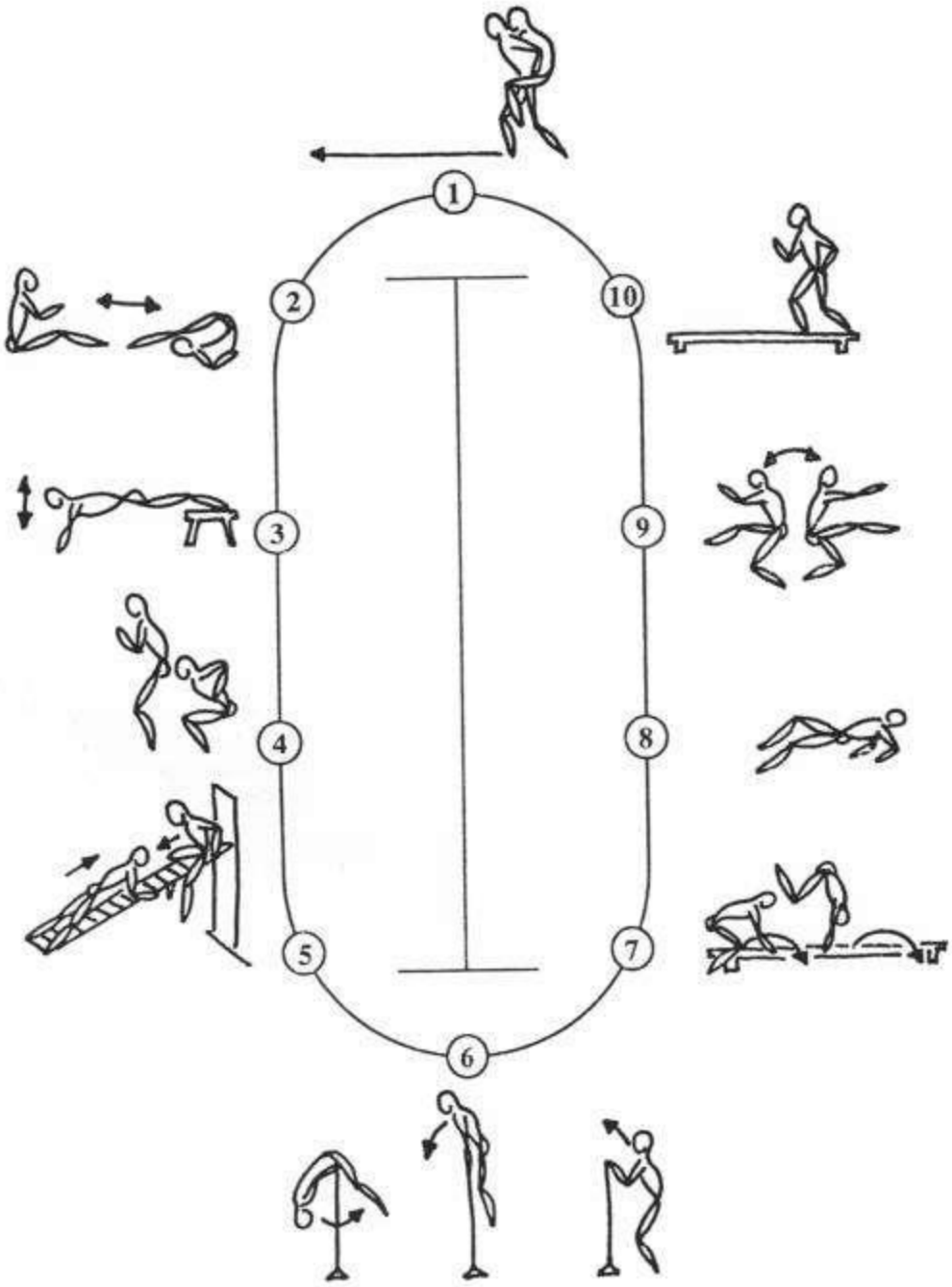
En la forma estacionaria, los deportistas ejecutan ejercicios en aparatos especialmente equipados, adaptados para desarrollar las distintas cualidades físicas, para desarrollar a la vez las cualidades motoras y para perfeccionar la maestría técnica y táctica. Los aparatos pueden tener un equipamiento especial, máquinas de musculación, complejos de diagnóstico para resolver cuestiones diversas que surgen durante el proceso del entrenamiento. El entrenamiento en estos aparatos permite elegir el volumen y el carácter de las acciones de entrenamiento, optimizar el control de la calidad de ejecución, introducir correcciones operativamente en los programas de las sesiones de entrenamiento.

La forma en circuito supone la ejecución consecutiva por los deportistas de ejercicios en distintos aparatos. Se suelen equipar entre 10 y 20 aparatos en los que se resuelven las distintas cuestiones de la preparación física. Se eligen los ejercicios de modo que el deportista ejecute consecutivamente los de diferente carácter y finalidad predominante que ejercen una acción polifacética en el organismo de los deportistas (ilustr.6). Se logra el enfoque individual variando la magnitud de la resistencia en las máquinas de musculación, la magnitud de sobrecargas, las cantidades de repeticiones, el ritmo de trabajo, etc.

FINALIDAD PEDAGÓGICA FUNDAMENTAL Y CARGA DE LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO

De acuerdo con la finalidad pedagógica, hay que destacar las sesiones fundamentales y las complementarias, las sesiones de finalidad exclusiva y las de finalidad compleja.

En las sesiones fundamentales se ejecuta el volumen de trabajo fundamental para cumplir los objetivos principales del período o de la etapa de la preparación. Se utilizan los medios y métodos más eficaces, se planifican las cargas más importantes, etc. En las sesiones de entrenamiento com-



Ilustr.6. *Conjunto de ejercicios para el entrenamiento en circuito con el sistema interválico extensivo o intensivo.*

plementarias se solucionan cuestiones aisladas de la preparación; se crea un fondo favorable para los procesos de adaptación. El volumen de trabajo y la magnitud de las cargas en dichas sesiones no suelen ser demasiado grandes; los medios y los métodos aplicados, por regla general, no efectúan una movilización máxima de las posibilidades de los sistemas funcionales del organismo de los deportistas.

Según podamos localizar la finalidad última de los medios y métodos aplicados en las sesiones de entrenamiento, podemos distinguir la finalidad exclusiva (predominante) y la finalidad compleja.

El programa de las sesiones de finalidad exclusiva (predominante) se planifica de modo que el volumen fundamental de los ejercicios permita solucionar una cuestión (por ejemplo, el desarrollo de la resistencia especial). Por otro lado, la

planificación de las sesiones de finalidad compleja presupone utilizar los medios de entrenamiento que permiten solucionar varias cuestiones a la vez (por ejemplo, el desarrollo consecutivo de la velocidad, de la fuerza y de la flexibilidad).

Sesiones de finalidad exclusiva o predominante

En la práctica están muy extendidas las sesiones de entrenamiento que permiten desarrollar cualidades aisladas que determinan el nivel de preparación física de los deportistas, su fuerza o su velocidad, su productividad aeróbica o anaeróbica, su resistencia especial, etc. Se distinguen las sesiones destinadas al perfeccionamiento técnico o táctico. El perfeccionamiento de la economía del trabajo, el aumento de la eficacia de utilización de las posibilidades funcionales de los sistemas más importantes en la actividad competitiva, el incremento de la estabilidad psíquica para vencer la sensación de fatiga se suelen producir paralelamente al desarrollo de otras cualidades y con otras técnicas específicas. Podríamos decir lo mismo de la mayor parte del trabajo destinado a perfeccionar la técnica. El trabajo de la técnica debe realizarse constantemente mientras se desarrollan las distintas cualidades y capacidades físicas. Tan sólo en este caso el deportista logrará tener una técnica flexible que corresponda a las exigencias de las diversas cuestiones que es indispensable resolver durante el proceso competitivo.

Existen diversas variantes de la estructuración de tendencia exclusiva. Por ejemplo, se suelen estructurar las sesiones de entrenamiento utilizando los medios más conocidos y monótonos. Por otra parte, en las sesiones, el programa de entrenamiento es totalmente estable durante una etapa determinada. A veces se estructuran las sesiones de entrenamiento según el mismo principio que en la variante anterior, pero, sin embargo, en las distintas etapas del entrenamiento, se aplican en las sesiones de finalidad única distintos medios y métodos. Y, por fin, la tercera variante presupone utilizar en cada sesión el enorme conjunto de los medios de finalidad única que se aplican en los regímenes de varios métodos distintos. Es evidente que las particularidades de la estructuración de los programas de cada sesión no pueden dejar de reflejarse en la eficacia del proceso de entrenamiento.

Investigaciones especiales han demostrado que, si se estructuran los programas de las sesiones con distintos ejercicios de finalidad única, los deportistas manifiestan mucha más capacidad de trabajo que cuando se utilizan los mismos medios. Los programas de estas sesiones ejercen una acción mucho más amplia en el organismo de los deportistas, movilizando las distintas funciones que determinan la manifestación de las cualidades correspondientes. Al utilizar las sesiones con programas variados, se logra que la capacidad de trabajo de los deportistas sea mucho mayor.

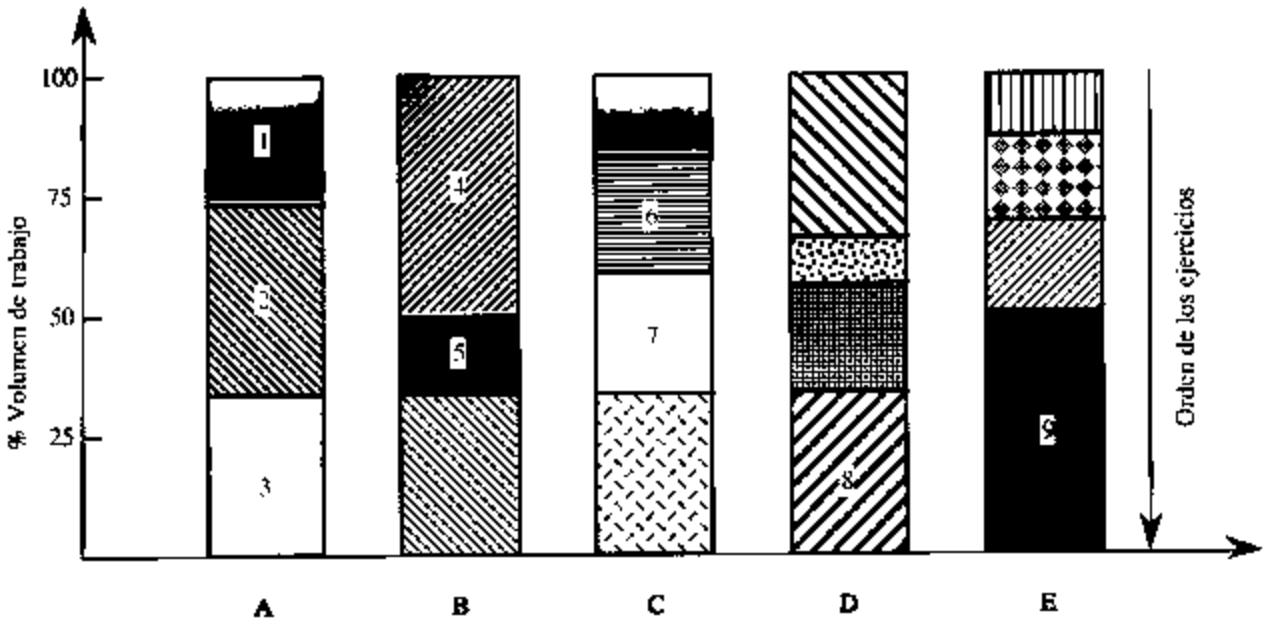
El nivel de los deportistas aumenta en mucho cuando en el proceso de su preparación se aplican las sesiones de finalidad exclusiva con una programa variado, y cuando éstas están estructuradas con ejercicios en regímenes de distintos métodos. La variante menos eficaz de las sesiones de entrenamiento es la que aplica constantemente los mismos medios, por muy válidos que sean. En este caso se produce una rápida adaptación del organismo de los deportistas a los medios utilizados, pero luego se interrumpe el aumento del nivel de preparación.

Si las sesiones estructuradas a partir de distintos medios de finalidad única son altamente eficaces, ello no significa que sea indispensable excluir del proceso de entrenamiento las sesiones de programa único. Estas sesiones pueden, por ejemplo, planificarse cuando se plantea al deportista el objetivo de perfeccionar la capacidad de ejecutar de forma económica un trabajo determinado o de aumentar la estabilidad psíquica para ejecutar un largo trabajo monótono e intenso, lo cual es muy importante para demostrar una alto grado de resistencia especial cuando se recorren distancias de fondo.

Las sesiones de entrenamiento de finalidad compleja

Existen dos variantes de estructuración de las sesiones que contemplan a la vez el desarrollo de las distintas cualidades y capacidades. La primera consiste en que el programa de cada sesión se divide en dos o tres partes relativamente independientes. Por ejemplo, en la primera parte se aplican medios para aumentar la velocidad; en la segunda y en la tercera los medios están destinados a incrementar la resistencia para los trabajos de carácter anaeróbico y aeróbico. En la primera parte, se resuelven las cuestiones relativas al aprendizaje de los nuevos elementos técnicos; en la segunda parte, las cuestiones de la preparación física; en la tercera, el perfeccionamiento táctico, etc. (Ilustr.7).

La otra variante supone un desarrollo no consecutivo, sino paralelo de varias cualidades (habi-



Ilustr.7. *Variantes de combinaciones de los ejercicios de distinta finalidad con la consiguiente resolución de las cuestiones. A, B, C, G: sesiones complejas de entrenamiento aisladas; 1: preparación de la velocidad; 2: preparación de la fuerza; 3: desarrollo de la resistencia; 4: preparación técnica; 5: perfeccionamiento de la coordinación; 6: desarrollo de la flexibilidad; 7: preparación integral; 8: preparación táctica.*

tualmente, de dos). Podemos citar el ejemplo del programa de la carrera atlética de 10 x 400 m a 85-90% de velocidad respecto a la máxima posible para dicha distancia y con pausas de descanso de 45 seg de duración. Este programa de entrenamiento tiene, por una parte, muchos elementos en común con el entrenamiento de intervalos que permite aumentar el nivel de productividad aeróbica y, por otra, plantea grandes exigencias a la vía anaeróbica (o glucolítica) de suministro de energía, estimulando a la vez el incremento de la resistencia para un trabajo de carácter anaeróbico.

Se suelen resolver paralelamente cuestiones del perfeccionamiento técnico y táctico (ello se refleja en particular en los juegos deportivos de equipo y en los deportes de lucha individual), del perfeccionamiento físico y psíquico. Por ejemplo, para desarrollar la resistencia especial cuando las desviaciones extremas en la actividad de los sistemas vegetativos se acompañan de una movilización máxima de las posibilidades psíquicas para vencer sensaciones dolorosas características de una fatiga profunda.

De este modo, las sesiones de entrenamiento de finalidad compleja pueden dividirse en dos grupos: con resolución consecutiva de los objetivos y con resolución paralela.

Al analizar el método de estructuración de las sesiones con resolución consecutiva de los objetivos, surgen dos cuestiones fundamentales. La primera consiste en determinar el orden racional para la aplicación de medios que permitirán un desarrollo de las distintas cualidades; la segunda consiste en elegir racionalmente la correlación entre el volumen de dichos medios.

El orden consecutivo de distribución de los medios en las sesiones complejas debe proporcionar las premisas correspondientes para el método de perfeccionamiento de los distintos aspectos de la preparación. Por ejemplo, el trabajo de las nuevas acciones motoras debe planificarse al principio de la sesión de entrenamiento, inmediatamente después del calentamiento. Los esquemas tácticos complejos y las combinaciones técnicas deben asimilarse en las mismas condiciones. Cuando se plantea la cuestión de la realización de acciones técnicas y tácticas previamente asimiladas en las difíciles condiciones de la competición, en condiciones de fatiga progresiva, es indispensable planificar dicho trabajo al final de la sesión de entrenamiento, después de ejecutar los grandes volúmenes de trabajo de otra finalidad.

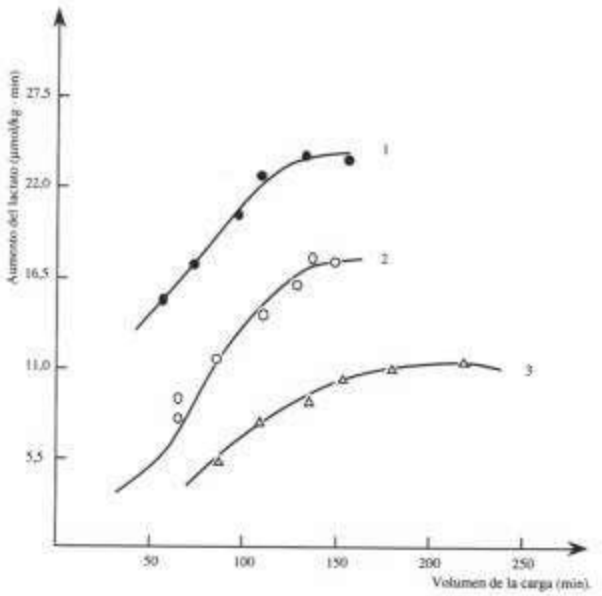
La cuestión de la correlación entre los medios en la sesión de entrenamiento debe resolverse en cada caso concreto, teniendo en cuenta su carácter, el orden de aplicación, el estado funcional, el nivel de entrenamiento, las particularidades individuales de los deportistas, la etapa y el período del entrenamiento, etc.

En la primera etapa del período de preparación, suelen ocupar un lugar importante en las sesiones

de entrenamiento los medios destinados a aumentar la resistencia al trabajo de carácter aeróbico. Posteriormente, conforme va aumentando el nivel de preparación, dicha correlación puede variar en beneficio de los medios que incrementan la velocidad y la resistencia especial. Cuando los ejercicios de velocidad se aplican en la primera parte de la sesión de entrenamiento, su volumen puede alcanzar entre el 20 y el 30% del volumen global del trabajo.

Si se planifican al final de la sesión, cuando los deportistas están fatigados, la cantidad de ejercicios de velocidad no puede ser demasiado grande ni superar el 5-10% del volumen total del trabajo de entrenamiento.

Cuando se combinan los medios de distinta finalidad en las sesiones complejas, cabe tener en cuenta la interacción de los ejercicios. Puede ser positiva cuando la carga intensifica las desviaciones provocadas por la carga anterior; puede ser neutra cuando no cambia sustancialmente el carácter y la magnitud de las reacciones de respuesta; puede ser negativa cuando la carga disminuye las desviaciones que han surgido como respuesta a la acción anterior. Por ejemplo, el efecto de los ejercicios de finalidad anaeróbica glucolítica se intensifica sustancialmente si son precedidos de un trabajo anaeróbico alactácido, y disminuye de forma considerable después de una carga aeróbica prolongada (ilustr.8).



Ilustr.8. *Transformaciones en la velocidad de acumulación de lactato en sangre con distintas combinaciones de cargas de entrenamiento de finalidad anaeróbica y aeróbica durante una sesión (según Volkov). 1: alactácida y glucolítica; 2: glucolítica; 3: aeróbica y glucolítica.*

Sin embargo, en este caso es muy importante determinar con exactitud a partir de qué índices hay que orientarse y qué objetivos hay que cumplir aplicando medios en cada parte de la sesión de entrenamiento compleja. Cuando la sesión de entrenamiento compleja pretende perfeccionar las vías del suministro de energía del trabajo, la estructura del programa más eficaz es aquella en la cual, después de los ejercicios de carácter anaeróbico alactácido, se realizan los ejercicios de carácter anaeróbico láctico y aeróbico. Si se plantea el objetivo de aumentar la velocidad, se pueden aplicar ejercicios de velocidad, como hemos indicado más arriba, después de ejecutar el programa de finalidad aeróbica.

La finalidad de las sesiones de entrenamiento, resolviendo paralelamente los objetivos, obedece al carácter y al método de aplicación de los medios de entrenamiento. En dichas sesiones, se suele lograr cumplir con dos objetivos diferentes: (a) se perfecciona la velocidad y la resistencia para los trabajos de carácter anaeróbico; (b) se desarrolla la resistencia para el trabajo de carácter aeróbico y anaeróbico; (c) se desarrolla la fuerza y la flexibilidad, etc. Una forma particular son las sesiones cuyo contenido contempla la preparación integral, con ejercicios complejos y perfeccionamiento simultáneo de todos los componentes de la maestría deportiva. La utilidad de dichas sesiones se debe al gran volumen sumario de trabajo que se puede ejecutar con los medios que componen su programa, una acción relativamente amplia, la posibilidad de perfeccionar los distintos aspectos de la preparación.

La combinación de sesiones de finalidad exclusiva y compleja en el proceso de entrenamiento

En la práctica del entrenamiento deportivo se aplican distintas variantes de estructura de las sesiones. La elección de una u otra de ellas depende de muchos motivos: de la etapa de la preparación y del ciclo anual, del nivel y del estado de forma del deportista, de los objetivos planteados en una u otra sesión, etc. Cabe recordar que la influencia más fuerte en el organismo del deportista corresponde a las sesiones de finalidad exclusiva que permiten concentrar en un sentido los medios y los métodos de acción pedagógica. Por ello, se aplican para preparar a los deportistas de alto nivel que están bien adaptados a distintos tipos de acciones de entrenamiento.

Sin embargo, cuando se entrena a deportistas de nivel relativamente inferior, es preciso planificar

en las etapas iniciales de la preparación sobre todo sesiones de finalidad compleja. Estas sesiones son mucho más emotivas, ejercen menor influencia en las esferas psíquica y funcional del organismo de los deportistas jóvenes y, a la vez, son un estímulo bastante eficaz para aumentar su nivel de capacidades físicas. En el entrenamiento de jóvenes deportistas, la utilización de las sesiones de entrenamiento de finalidad exclusiva junto a acciones negativas supone una sobrecarga y un sobreentrenamiento de los sistemas funcionales, así como una explotación excesiva de las posibilidades de adaptación de su organismo.

En el proceso de preparación de los deportistas de alto nivel, las sesiones de finalidad compleja pueden aplicarse para mantener un nivel previamente adquirido. Ello es especialmente conveniente en un largo período competitivo cuando el deportista debe participar en una gran cantidad de competiciones. Las particularidades de la estructura de los programas de dichas sesiones permiten diferenciar el proceso de entrenamiento, ejecutar un volumen importante de trabajo con una carga relativamente poco grande.

Las sesiones complejas con programas variados y motivantes, y pocas cargas grandes son un buen método de reposo activo, y pueden utilizarse para acelerar los procesos de recuperación después de las sesiones con cargas importantes de finalidad exclusiva. Pueden asimismo ocupar un lugar importante en el contenido de los microciclos de recuperación.

En general podemos afirmar que el volumen fundamental del trabajo destinado a realizar los objetivos de la preparación física de los deportistas de alto nivel debe efectuarse en sesiones de finalidad exclusiva. Las sesiones complejas presentan aquí carácter auxiliar, lo cual, sin embargo, no disminuye su papel para resolver toda una serie de cuestiones que surgen en el proceso de entrenamiento.

Por el contrario, en los deportistas de nivel inferior, las sesiones complejas pueden constituir el contenido fundamental del entrenamiento. Por una parte, permite resolver cuestiones variadas del entrenamiento, y, por otra, dejan al deportista la perspectiva de intensificar posteriormente el entrenamiento aumentando la cantidad de sesiones de finalidad exclusiva.

La carga en las sesiones de entrenamiento

El factor fundamental que determina el nivel de la acción de la sesión de entrenamiento en el organismo del deportista es la magnitud de la carga. Presentaremos las características de los distintos tipos de carga que se aplican en el proceso de entrenamiento de los deportistas de alto nivel (cuadro 4)

Una carga grande va acompañada de importantes desviaciones funcionales en el organismo del deportista, una disminución de la capacidad de trabajo que atestigua el inicio de la fatiga clara. Para realizar una gran carga, el deportista debe ejecutar un gran volumen de trabajo adecuado a su nivel de preparación en un momento determinado. Un criterio externo para determinar una

Carga	Criterios de la magnitud de la carga	Objetivos cumplidos
Pequeña	Primera fase del período de capacidad de trabajo (15-20% del volumen de trabajo ejecutado hasta la aparición del cansancio claro)	Mantenimiento del nivel adquirido, aceleración de los procesos de recuperación después de las cargas anteriores.
Media	Segunda fase de la capacidad de trabajo (40-60% del volumen de trabajo ejecutado hasta la aparición del cansancio claro)	Mantenimiento del nivel logrado, resolución de cuestiones locales de la preparación
Importante	Fase de la fatiga oculta (compensada) (60-75% del volumen ejecutado hasta la aparición de la fatiga clara	Estabilización y aumento posterior del nivel de entrenamiento
Grande	Fatiga clara	Aumento del nivel de entrenamiento

Cuadro 4. *Características de los tipos de carga.*

carga grande es la incapacidad del deportista para seguir ejecutando el trabajo que se le ha propuesto.

La carga importante se caracteriza por un gran volumen sumario de trabajo en condiciones de capacidad de trabajo estable y no se acompaña de su disminución. En este caso, los deportistas realizan el trabajo con signos evidentes de fatiga compensada. El volumen de trabajo correspondiente a las sesiones con cargas importantes suele constituir un 70% del volumen de trabajo ejecutado hasta que aparece la fatiga clara.

La carga media corresponde al principio de la segunda fase de capacidad de trabajo estable que va acompañada de la estabilidad de movimientos. El volumen de trabajo oscila en este caso entre el 40% y el 50% del ejecutado hasta que aparece la fatiga clara.

La carga pequeña activa sensiblemente la actividad de los distintos sistemas funcionales, y va acompañada de la estabilidad de movimientos. La cantidad de ejercicios que ejecutan los deportistas en las sesiones con carga pequeña constituye cerca del 20-25% del volumen de trabajo hasta que aparece el cansancio claro.

La magnitud de la carga de la sesión de entrenamiento está estrechamente relacionada con la aparición de desequilibrios de la homeostasis y se refleja en la duración de los procesos de recuperación: después de las cargas pequeñas y medias, transcurren durante minutos o durante varias horas. Las grandes cargas pueden provocar un largo período de acción que puede durar hasta varios días.

La magnitud de las cargas según los datos del período de recuperación puede ser valorada objetivamente no sólo según los datos de los distintos índices fisiológicos y biomecánicos, sino también según índices relativamente sencillos, pero bastante objetivos: coloración de la piel, concentración y estado general del deportista, etc. (cuadro 5).

Indice	**Carga media**	**Carga grande**	**Carga extrema (transformaciones inmediatas)**	**Período de recuperación después de cargas extremas**
1	2	3	4	5
Color de la piel	Ligera rojez	Fuerte rojez	Fuerte rojez o extrema palidez	Palidez que se mantiene varios días
Movimientos	Ejecución segura	Mayor cantidad de fallos, menor precisión, inseguridad	Fuerte alteración de la coordinación, fallos más acusados	Alteración de los movimientos e impotencia en la sesión siguiente
Concentración	Normal, se corrigen los errores, atención plena cuando se explican los ejercicios	Falta de atención, menor receptibilidad para desarrollar los hábitos técnicos y tácticos, menor capacidad de diferenciación	Fuerte disminución de la concentración, fuerte nerviosismo, distracción, reacción más lenta	Falta de atención, incapacidad de corregir los movimientos, después de 24-48 h de descanso, incapacidad para concentrarse en el trabajo intelectual
Estado general	Ausencia de quejas, se ejecutan todas las cargas	Debilidad muscular, alteraciones respiratorias, mayor impotencia, menor capacidad de trabajo	Pesadez muscular, mareos, náuseas	Alteraciones del sueño, dolor constante en músculos y articulaciones, menor capacidad física e intelectual
Disposición	Estable, deseo de seguir entrenando	Menor actividad, deseo de hacer pausas más largas	Deseo de descansar y de no entrenar	Deseo de no entrenar al día siguiente, indiferencia frente a las exigencias del entrenador
Humor	Alegre, animado	Algo abatido, pero alegre si los resultados del entrenamiento son buenos	Dudas respecto al sentido del entrenamiento, temores	Abatimiento, dudas constantes, búsqueda de excusas para no asistir al entrenamiento

Cuadro 5. *Síntomas de la fatiga después de cargas de distinta magnitud. (Harre, 1971).*

En lo que al proceso de preparación de los deportistas de alto nivel se refiere, las sesiones con grandes cargas se distinguen por un gran efecto de entrenamiento. Ello se debe a que, al ejecutar los programas de estas sesiones, el deportista realiza un volumen importante de trabajo en condiciones de desviaciones constantemente progresivas en la actividad de los sistemas funcionales del organismo que soportan la carga fundamental durante la ejecución de un trabajo concreto.

Según parece, revisten gran importancia las sesiones con grandes cargas como factor de intensificación de la síntesis de aquellas proteínas que permiten sustituir las estructuras celulares lasas y aumentar la superficie de trabajo para la ejecución de las funciones más activas en los procesos de la adaptación aguda. En este punto, cabe tener en cuenta que los cambios que se producen durante las reacciones de adaptación aguda durante un trabajo en condiciones de fatiga oculta constituyen importantes premisas para el desarrollo de una adaptación crónica. En estas condiciones, las proteínas deben someterse en primer lugar a la degradación y no pueden ya ejecutar sus funciones en condiciones de tensión. La degradación intensificada de las proteínas más viejas crea buenas premisas para su sustitución por proteínas nuevas y, de este modo, para aumentar la seguridad del aparato de contracción (Viru, 1984).

LA COMBINACIÓN DE LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO EN LOS MICROCICLOS

Para lograr una alternancia racional de las sesiones con las cargas de distinta finalidad, conviene tener en cuenta una serie de factores. En primer lugar figuran las particularidades de los procesos de fatiga y de recuperación como resultado de las cargas de cada sesión. Para alternar bien las sesiones en el microciclo, es indispensable saber qué acción ejercen las cargas de distinta dinámica y distinta finalidad en el deportista, y cuál es la duración de los procesos de recuperación después de las cargas. No menos importantes son las informaciones sobre el efecto acumulativo de las diferentes cargas, sobre las posibilidades de utilización de las cargas pequeñas y medianas para intensificar en los deportistas los procesos de recuperación después de importantes tensiones físicas. Al planificar dos o tres sesiones diarias con distintas cargas, es indispensable tener en cuenta las leyes de las oscilaciones de la capacidad de trabajo especial del deportista durante el día y los mecanismos que las condicionan.

La alternancia de las cargas y el descanso en el microciclo puede provocar reacciones de tres tipos:

1. máximo aumento del nivel de entrenamiento;
2. efecto de entrenamiento insignificante o ausencia total de dicho efecto;
3. sobreentrenamiento del deportista.

La reacción del primer tipo caracteriza todos aquellos casos en que se planifica una cantidad óptima de sesiones con cargas grandes e importantes y con una alternancia racional de éstas entre sí en el microciclo, así como sesiones con cargas menores. Si en el microciclo se utiliza una cantidad insignificante de sesiones con cargas que pueden servir de estímulo para aumentar el nivel de entrenamiento, surge una reacción del segundo tipo. Y, por fin, el abuso de cargas grandes en las sesiones o una alternancia irracional de dichas cargas puede provocar la sobrefatiga del deportista, es decir, provocar una reacción del tercer tipo.

El sistema de alternancia de las cargas dentro del microciclo se basa en la concepción que supone la ejecución de la carga en fase de supercompensación después de la anterior. En este caso, el efecto de entrenamiento será mayor. Si la carga se realiza más tarde, cuando las huellas de la anterior quedan prácticamente mitigadas, el efecto resultará menor. Las cargas siguientes sobre un fondo de posibilidades funcionales no recuperadas del organismo provocan sobrefatiga y sobreentrenamiento. Sin embargo, es preciso saber que el agotamiento de las posibilidades del deportista como consecuencia de un trabajo intenso de finalidad determinada, no significa en absoluto que el deportista no está en estado de demostrar una gran capacidad para un trabajo de distinta finalidad determinada, principalmente por otros órganos y otros mecanismos funcionales. Este enfoque puede ser formulado a partir de las teorías de Anojin (1974) sobre la estructura de los sistemas funcionales, según las cuales el sistema integral es un resultado concreto de la actividad del sistema. Y precisamente según la necesidad de lograr este resultado se unen en un conjunto único (en un sistema funcional) distintos eslabones funcionales del organismo. Con dicho enfoque, la fatiga profunda de un sistema funcional que determina, por ejemplo, el nivel de posibilidades de velocidad o la fuerza máxima del deportista y que exige largas reacciones de recuperación, no significa que al cabo de algunas horas el deportista no estará en estado de demostrar una gran capa-

UNIVERSIDAD N... BIBLIOTECA 31

cidad para ejecutar un trabajo que movilice al máximo el sistema funcional responsable del nivel de productividad aeróbica del organismo.

Es primordial tener en cuenta el carácter concreto de la fatiga cuando se planifican los microciclos de entrenamiento con una gran cantidad de sesiones y una alta carga total, ya que ello permite que se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes, hasta cierto punto contradictorias entre sí:

1. crear las premisas para una actividad funcional óptima y para la capacidad para el trabajo de una sesión concreta;

2. lograr la correspondencia necesaria entre los procesos de fatiga y de recuperación, y entre los estímulos para desarrollar las transformaciones de adaptación en el organismo del deportista y las condiciones para su realización (Platonov, 1973).

Las sesiones de entrenamiento de idéntica finalidad que el deportista lleva a cabo en estado de no-recuperación después del programa de la sesión anterior, provocan una fatiga profunda, sin variar su carácter. La sesión provoca un desarrollo posterior de la fatiga específica y prolonga considerablemente el proceso de recuperación.

Cuando se realizan consecutivamente los programas de las sesiones con grandes cargas de distinta finalidad, el cuadro varía sustancialmente: el programa de cada sesión de acción preponderante en distintos sistemas funcionales permite lograr un alto nivel de capacidad de trabajo en cada una de las sesiones.

De este modo, la alternancia de sesiones de distinta finalidad preponderante es una vía idónea para regular la formación de la fatiga y los procesos de recuperación para conseguir ciertas reacciones de adaptación aguda y crónica del organismo del deportista.

Un proceso eficaz de las transformaciones de adaptación como resultado de la ejecución de los programas de las sesiones para desarrollar las distintas cualidades físicas exige un espacio de tiempo importante entre ellas. En casos aislados, dicho espacio de tiempo puede ser relativamente breve y no superar las 24 horas; en otros casos, los intervalos entre sesiones de idéntica finalidad serán más largos. Es natural que la duración de los intervalos entre las sesiones dependa de la magnitud de la carga: cuanto mayor sea, más largas deberán ser las pausas (cuadro 6).

Finalidad de las sesiones	Duración de los intervalos, horas		
	Carga media	Carga importante	Carga grande
Desarrollo de la fuerza máxima	36-48	48-60	60-96
Desarrollo de la fuerza-velocidad	24-36	36-48	48-60
Desarrollo de la velocidad	12-24	24-48	48-72
Perfeccionamiento de la coordinación	6-12	12-24	24-48
Desarrollo de la flexibilidad	6-12	12-24	24-48
Desarrollo de la resistencia a trabajos de potencia anaeróbica máxima y casi máxima	12-24	24-48	48-60
Desarrollo de la resistencia al trabajo de potencia anaeróbica submáxima	36-48	48-60	60-72
Desarrollo de la resistencia a trabajos de potencia aeróbica máxima y casi máxima	36-48	48-60	60-72
Desarrollo de la resistencia al trabajo de potencia aeróbica submáxima y media	48-60	60-72	72-96
Desarrollo de la resistencia al trabajo de poca potencia aeróbica	48-72	72-96	96-120

Cuadro 6. *Duración óptima de los intervalos entre sesiones de misma finalidad con distintas cargas.*

Cuando el desarrollo de las cualidades físicas se realiza ejecutando los programas de las sesiones de finalidad compleja, los intervalos entre los programas de idéntica finalidad pueden ser acortados 1,5 veces.

CAPÍTULO II

La fuerza y su preparación

El proceso de la preparación de fuerza en el deporte actual pretende desarrollar las distintas cualidades de fuerza, aumentar la masa muscular activa, reforzar los tejidos conjuntivo y de apoyo, y mejorar la constitución corporal. Paralelamente al desarrollo de la fuerza, se crean premisas para incrementar el nivel de velocidad, flexibilidad y coordinación.

Un importante aspecto de la preparación de fuerza reside también en el aumento de la capacidad de los deportistas para demostrar su fuerza en el entrenamiento y la competición de una modalidad concreta, lo cual exige una interrelación óptima entre la fuerza y la técnica deportiva, la actividad de los sistemas vegetativos y otras cualidades motoras.

La eficacia de la preparación de fuerza depende en gran medida del equipamiento técnico del proceso de entrenamiento. Durante los últimos quince años, en el sistema de la preparación de fuerza de los deportistas se han puesto en práctica toda una serie de enfoques metodológicos basados tanto en la utilización de las sobrecargas y resistencias tradicionales (mancuernas, aparatos con poleas, halteras, discos, vencer la resistencia de un compañero, etc.), como en la aplicación de distintas máquinas especiales de entrenamiento.

Para utilizar las máquinas de entrenamiento de fuerza, hay que orientarse como mínimo en uno de los factores siguientes:

1. posibilidad de mantener las exigencias más eficaces para el desarrollo de una modalidad deportiva determinada;
2. aumento de la eficacia del ejercicio y del control del proceso de la preparación de fuerza;
3. posibilidad de realización del principio de combinación cuando se desarrollan la fuerza y otras cualidades motoras durante la adquisición de la maestría técnica;
4. posibilidad de actuar exclusivamente no sólo en un grupo de músculos determinado, sino también en músculos aislados y en sus partes.

Las soluciones técnicas y metodológicas más acertadas siempre están relacionadas con estos cuatro factores. Las máquinas de entrenamiento de este tipo son precisamente las que, en un período de tiempo relativamente breve, han logrado fundamentarse desde el punto de vista teórico y se han divulgado ampliamente en la práctica deportiva actual.

EL RÉGIMEN DE TRABAJO MUSCULAR Y LOS TIPOS DE FUERZA

Bajo el concepto de fuerza del ser humano hay que entender su capacidad para vencer o contrarrestar una resistencia mediante la actividad muscular.

La fuerza puede manifestarse en régimen isométrico (estático) del trabajo muscular cuando durante la tensión no varían su longitud, y en régimen isotónico (dinámico) cuando la tensión provoca un cambio de longitud de los músculos. En el régimen isotónico se distinguen dos variantes: concéntrico, en el que la resistencia se vence con una tensión de los músculos que disminuye su longitud, y excéntrico, cuando se realiza una acción contraria a la resistencia con una extensión simultánea que elonga el músculo.

Cabe destacar los siguientes tipos fundamentales de fuerza: fuerza máxima, fuerza-velocidad y fuerza-resistencia.

La fuerza máxima supone las posibilidades máximas que el deportista puede demostrar du-

rante una contracción muscular voluntaria. El nivel de la fuerza máxima se manifiesta en magnitud de las resistencias externas que el deportista vence o neutraliza con una completa movilización de las posibilidades de su sistema neuromuscular. La fuerza máxima del ser humano no debe ser identificada con la fuerza absoluta, que refleja las posibilidades de reserva del sistema neuromuscular. Como reflejan las investigaciones, dichas posibilidades no pueden manifestarse totalmente incluso con una estimulación máxima voluntaria, sino que solamente lo pueden hacer en condiciones de acciones externas especiales (electroestimulación muscular, extensión de la musculatura totalmente contraída). La fuerza máxima determina en gran medida el resultado deportivo en aquellas modalidades como la halterofilia, los lanzamientos de atletismo, los saltos, las carreras de velocidad, los distintos tipos de lucha, la gimnasia artística. El papel de la fuerza máxima también es bastante importante en la natación de velocidad, el remo, el patinaje de velocidad, algunos juegos deportivos de equipo.

La fuerza-velocidad es la capacidad del sistema neuromuscular de movilizar el potencial funcional para lograr elevados índices de fuerza en el tiempo más breve posible. La fuerza-velocidad ejerce una influencia decisiva en los resultados de las carreras de velocidad, la natación de velocidad (50 m), ciclismo (en pista, velocidad y contrarreloj de 1.000 m desde parado), patinaje de velocidad (500 m), esgrima, saltos de atletismo, distintos tipos de lucha, boxeo. La fuerza-velocidad debe diferenciarse según la magnitud de la fuerza demostrada en las acciones motoras que presentan distintas exigencias a las posibilidades de fuerza-velocidad del deportista. La fuerza-velocidad demostrada en condiciones de notable resistencia suele ser caracterizada como fuerza explosiva, mientras la fuerza ejercida contra una resistencia pequeña o media con una gran velocidad inicial se conoce como fuerza de salida. La fuerza explosiva puede ser decisiva para ejecutar una salida eficaz en la carrera de velocidad o en natación, los lanzamientos de lucha, mientras que la fuerza de salida lo es para los golpeos de badminton, de boxeo, las acciones de esgrima, etc.

La fuerza-resistencia[2] es la capacidad de mantener índices de fuerza medianamente altos, durante el mayor tiempo posible. El nivel de la fuerza-resistencia se traduce por la capacidad del deportista para vencer la fatiga, realizar una gran cantidad de repeticiones de los movimientos o una aplicación prolongada de fuerza en condiciones de contraposición a una resistencia externa. La fuerza-resistencia figura entre las cualidades más importantes que determinan el resultado en la mayoría de las disciplinas de los deportes cíclicos. Esta cualidad desempeña un papel importante en gimnasia, y en distintos tipos de lucha.

Conviene tener en cuenta que todos los tipos mencionados de fuerza no se manifiestan en el deporte de forma aislada, sino en compleja interacción determinada por el carácter específico de la modalidad deportiva, de la disciplina, del arsenal técnico y táctico del deportista, y por el nivel de desarrollo de las demás cualidades motoras.

Para la práctica deportiva, es de vital importancia la relación entre los distintos tipos de fuerza. El carácter específico de las distintas modalidades deportivas presupone unas exigencias a los distintos tipos de fuerza. Unas disciplinas deportivas exigen un alto nivel de fuerza máxima y de fuerza-velocidad, otras de resistencia-fuerza, otras de fuerza-velocidad y otras requieren un nivel equilibrado de los distintos tipos de fuerza. Por ello, es importante tener en cuenta la acción tanto positiva como negativa del trabajo destinado a desarrollar uno de los tipos de fuerza en el nivel de los demás.

Se suele pensar que los músculos importantes que pueden manifestar una fuerza máxima no son capaces de alcanzar altos índices de velocidad de los movimientos y que pueden ejercer una influencia negativa en el resultado de ejercicios que exigen un alto nivel de desarrollo de fuerza-velocidad. Investigaciones específicas y la práctica deportiva más avanzada refutan este punto de vista. Existe una relación positiva y estrecha entre el nivel de fuerza máxima y el de fuerza-velocidad. Sin embargo, se manifiesta claramente cuando el trabajo de velocidad implica la necesidad de vencer una gran resistencia externa (más del 25-30% del nivel de fuerza máxima). Por otra parte, cuanto mayor es la resistencia, mayor resultará el nivel de fuerza máxima para el desarrollo de altos índices de fuerza-velocidad. Al mismo tiempo, el hecho de vencer pequeñas resistencias a alta velocidad (por ejemplo, los movimientos de tenis de mesa) no exige un alto nivel de desarrollo de fuerza máxima. Además, en dichos casos es posible observar una relación negativa entre la fuerza máxima y la fuerza-velocidad.

Cabe señalar que los resultados del entrenamiento destinado a aumentar el diámetro de los

---

[2] *Desde el punto de vista metodológico, es más exacto incluir la fuerza-resistencia entre los tipos de resistencia. Sin embargo, en la bibliografía especializada esta cualidad se considera como una capacidad de fuerza. Para evitar una falta de correspondencia, nos atenemos a dicha clasificación.*

músculos, perfeccionar la coordinación inter e intramuscular, incrementar la fuerza y la velocidad de contracción y para desarrollar en general la fuerza máxima y la fuerza-velocidad, están íntimamente relacionados entre sí. Por ejemplo, es posible lograr un alto nivel del desarrollo de la fuerza máxima aumentando el diámetro de los músculos y la coordinación intramuscular, y al mismo tiempo crear las premisas necesarias para desarrollar y manifestar otros tipos de fuerza-velocidad. A su vez, el desarrollo de la fuerza-velocidad presupone ante todo perfeccionar la coordinación intramuscular. Ello permite, claro está, lograr un nivel más alto de fuerza máxima.

Existe una estrecha relación positiva entre la fuerza máxima y la fuerza-resistencia para un trabajo que exija grandes resistencias (70-90% del nivel de fuerza máxima). Ello obedece a que el desarrollo de la fuerza máxima permite acumular en los músculos ATP, CP y glucógeno, perfeccionar la coordinación inter e intramuscular para trabajos con grandes resistencias. Son precisamente estos factores los que determinan en gran parte la fuerza-resistencia para los trabajos de carácter anaeróbico donde se debe vencer una resistencia importante. Cuando la fuerza-resistencia debe vencer resistencias relativamente pequeñas, la relación entre el nivel de fuerza máxima y de fuerza-resistencia puede ser inexistente (resistencias del 30-50% de la fuerza máxima) o puede incluso cobrar carácter negativo (resistencias inferiores al 25% de la fuerza máxima). Ello tiene fácil explicación si tenemos en cuenta el importante papel de las reacciones aeróbicas para lograr altos índices de fuerza-resistencia para los trabajos donde se vencen resistencias poco importantes.

REGÍMENES Y MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO QUE SE APLICAN PARA LA PREPARACIÓN DE LA FUERZA

El esfuerzo de los especialistas por mejorar el proceso de la preparación de fuerza para que corresponda más exactamente con las exigencias del deporte moderno ha permitido en los últimos años introducir distintas máquinas de entrenamiento, así como elaborar métodos efectivos que permiten diferenciar mucho mejor el régimen de trabajo de los músculos durante la ejecución, vincular orgánicamente la preparación de fuerza con las particularidades de la competición y del entrenamiento en una modalidad deportiva concreta. En estos factores se fundamentan los métodos de la preparación de fuerza: isométrico, concéntrico, excéntrico, pliométrico, isocinético y de resistencia variable.

El método isométrico. El método se basa en la tensión de los músculos sin que varíe su longitud, en una posición inmóvil de la articulación. Cuando se utiliza el método isométrico, se observa un incremento de la fuerza únicamente en relación a aquella parte de la trayectoria del movimiento que corresponde a los ejercicios aplicados. Asimismo cabe tener en cuenta que la fuerza adquirida como resultado del entrenamiento de fuerza en dicho régimen se refleja poco en el trabajo de carácter dinámico y exige un período de entrenamiento de fuerza especial para realizar las cualidades de fuerza durante la ejecución de movimientos de carácter dinámico.

Mediante el entrenamiento en régimen isométrico, el incremento de la fuerza va acompañado de una importante disminución de las posibilidades de velocidad de los deportistas, lo cual se manifiesta claramente tan sólo después de unas cuantas semanas de entrenamiento de fuerza. Ello exige combinar la aplicación de dicho método con el trabajo de velocidad.

Entre las ventajas del método isométrico que implican utilizarlo en la práctica, cabe señalar la posibilidad de la intensa acción local en cada grupo muscular. Cuando se producen las tensiones estáticas locales, se manifiestan las sensaciones cinestésicas más evidentes de los elementos fundamentales de la técnica deportiva, lo cual permite, además de aumentar la fuerza de los deportistas, perfeccionar sus parámetros aislados. La duración de las tensiones casi extremas en condiciones estáticas supera varias veces la que se registra en condiciones dinámicas.

El método concéntrico. Se basa en la ejecución de acciones motoras haciendo hincapié en el carácter del trabajo, es decir, en la tensión simultánea y en la contracción de los músculos. Cuando se ejecutan los ejercicios con las sobrecargas tradicionales (por ejemplo con pesas), la resistencia es constante durante todo el movimiento. Al mismo tiempo, las posibilidades de fuerza del ser humano varían sustancialmente en las distintas fases del movimiento debido al cambio de la magnitud de las palancas de la aplicación de la fuerza, y la resistencia máxima del músculo se produce únicamente en los puntos extremos de la amplitud del movimiento.

Los ejercicios con pesas, poleas o con otras sobrecargas del mismo tipo deben llevarse a cabo a velocidad lenta y constante. Unicamente en dicho caso, la carga sobre los músculos actuará en toda la amplitud del movimiento, aunque en cada una de sus fases aisladas no corresponda a las posibilidades reales de los músculos que intervienen en el trabajo.

Cuando se ejecutan movimientos con pesas con otros aparatos a gran velocidad, el trabajo no resulta eficaz, ya que la aplicación de los esfuerzos máximos al principio del movimiento acelera el aparato. Por otra parte, cuando se ejecutan distintos ejercicios en las posiciones distales, los músculos prácticamente no sufren la carga. Ello sucede, por ejemplo, en los distintos tipos de levantamiento de las pesas y en las extensiones en las barras paralelas.

Todos estos defectos se compensan en gran medida con la sencillez del material, con la variedad de los ejercicios que pueden ejecutarse con las pesas y poleas, con resistencia del compañero, en los aparatos gimnásticos (paralelas, barra fija, etc.).

La variedad de medios que pueden utilizarse cuando se aplica dicho método proporciona una acción polifacética en el aparato muscular, a la vez que permite lograr el perfeccionamiento de la fuerza conjugado con los principales elementos de la maestría técnica.

La combinación de los métodos concéntrico y excéntrico de trabajo muscular crea las condiciones necesarias para ejecutar los movimientos con una amplitud suficientemente grande, lo cual resulta un factor positivo para el desarrollo de la fuerza.

Mediante una elección racional de los ejercicios (por ejemplo, utilizando ejercicios muy específicos con amplitud de movimiento limitada) es posible en cierto modo compensar los defectos del método relacionados con la disminución de la carga en los músculos provocada por la inercia en el trabajo de fuerza-velocidad. Del mismo modo se puede lograr que la carga actúe en los músculos según sus posibilidades en una u otra fase.

La sencillez y el carácter accesible del método, además de una eficacia bastante grande, permiten lograr un importante volumen de trabajo de fuerza de carácter tradicionalmente dinámico en la preparación de los deportistas, especialmente cuando es preciso resolver los problemas de la preparación física general relacionados con la creación de una base de fuerza y, sobre todo, con el desarrollo de la fuerza máxima.

El método excéntrico. El entrenamiento y la utilización de dicho método presuponen la ejecución de acciones motoras de carácter excéntrico, con resistencia a la carga, inhibición y al mismo tiempo extensión del músculo.

El entrenamiento se basa en la ejecución de movimientos de carácter excéntrico con grandes sobrecargas que suelen superar en un 10-30% las que son accesibles al trabajo concéntrico. Las opiniones de los especialistas divergen en cuanto a la eficacia de dicho régimen respecto a los demás. Algunos opinan que el entrenamiento en régimen excéntrico supera en eficacia al concéntrico. Otros, por el contrario, afirman que este entrenamiento no presenta ventajas respecto al entrenamiento en régimen concéntrico aunque tiene muchos defectos. Dicho método no es específico respecto a la aplastante mayoría de movimientos en las distintas modalidades deportivas ya que está ausente el régimen excéntrico de trabajo muscular, es más cansado, provoca mayor acumulación de productos de descomposición en los músculos que el trabajo isotónico y, sobre todo, isocinético.

En el entrenamiento deportivo, el trabajo en régimen excéntrico se aplica de forma muy limitada debido a una serie de motivos: (a) los movimientos se ejecutan a poca velocidad, lo cual no corresponde a las exigencias de una buena ejecución de las acciones motoras de la mayoría de modalidades deportivas; (b) los ejercicios en régimen excéntrico implican grandes cargas en los ligamentos y articulaciones, y constituyen un peligro de lesión. Su organización es difícil porque exigen un material especial o la ayuda del compañero para que la sobrecarga vuelva a la posición de partida. Sin embargo, algunos de sus puntos fuertes nos obligan a considerar la utilización del trabajo en régimen excéntrico como un medio para aumentar la fuerza. En particular, el trabajo de carácter excéntrico es eficaz para lograr el máximo estiramiento de los músculos que actúan en movimientos inversos, lo cual permite desarrollar simultáneamente la fuerza y la flexibilidad.

El método pliométrico. El método se basa en la utilización de la energía cinética de un cuerpo (aparato) acumulada con su caída desde una altura determinada para estimular las contracciones musculares. La inhibición de la caída provoca una brusca extensión de los músculos, estimula la intensidad del impulso central de las motoneuronas y crea en los músculos un gran potencial de tensión. Con la consiguiente transición del trabajo excéntrico al trabajo concéntrico se observa una contracción más rápida y eficaz. De este modo, cuando se aplica el método pliométrico, no se

utiliza la masa de la sobrecarga, sino la energía cinética que se obtiene, por ejemplo, en la caída libre del cuerpo del deportista a cierta velocidad y con su consiguiente salto hacia arriba. Durante la ejecución de la acción motora se produce una transición del régimen excéntrico al régimen concéntrico de trabajo en condiciones de esfuerzo dinámico máximo.

La aplicación de dicho método permite incrementar la capacidad del deportista de regular los músculos eficazmente por parte del sistema nervioso central, lo cual se traduce en una impulsión muscular más intensa, por la incorporación de una mayor cantidad de unidades motoras, por una disminución del tiempo de contracción de las fibras musculares y por la sincronización de las motoneuronas en el momento de la transición de los músculos entre el trabajo excéntrico y el concéntrico. Por otra parte, las reacciones nerviosas y musculares superan considerablemente, con la aplicación de dicho método, las que se logran únicamente mediante el esfuerzo voluntario, lo cual confiere una eficacia particular al método para acelerar la velocidad de movimiento y la potencia de esfuerzo en el tramo inicial del movimiento (Verjoshanki, 1988).

Cabe tener en cuenta que, en relación a otros métodos de preparación de fuerza, el método pliométrico conlleva riesgo de lesiones. Sólo puede utilizarse en deportistas muy bien preparados con un alto nivel de fuerza máxima y de fuerza-velocidad, una gran movilidad articular y gran capacidad de coordinación. También es preciso prestar especial atención a la técnica de ejecución de los ejercicios, puesto que incluso pequeñas desviaciones técnicas pueden provocar graves lesiones.

El método isocinético. El método se fundamenta en un régimen de las acciones motoras con el cual, a velocidad constante del movimiento, los músculos vencen una resistencia, trabajando con una tensión casi extrema a pesar del cambio de correlación (en los distintos ángulos de las articulaciones) entre las palancas o entre los distintos momentos de rotación.

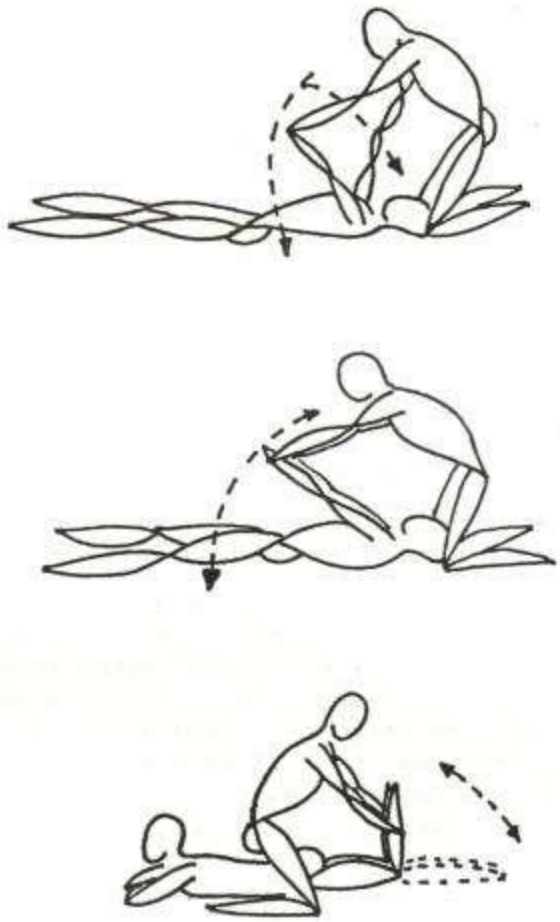
El entrenamiento con método isocinético presupone trabajar utilizando distintas máquinas de musculación y entrenamiento que permiten al deportista ejecutar movimientos en una amplia gama de velocidades y demostrar esfuerzos máximos, o cercanos a él, prácticamente en cualquier fase del movimiento. Ello ofrece la posibilidad de trabajar con la carga óptima durante todo el recorrido del movimiento, lo cual es imposible conseguir con las sobrecargas habituales. Resulta también muy importante el poder elegir una gran cantidad de ejercicios distintos de acción tanto local como relativamente amplia. Otras ventajas del método isocinético consisten además en la disminución del tiempo para la ejecución de los ejercicios, la menor probabilidad de lesiones, la ausencia de la necesidad de un calentamiento intenso, la rápida recuperación después de los ejercicios ejecutados y la recuperación eficaz en el propio proceso de trabajo.

Sabemos que las cargas máximas contribuyen principalmente al desarrollo de la fuerza máxima. Por otra parte, está demostrado que los ejercicios más eficaces para desarrollar dicha cualidad son los ejercicios que conllevan 6-8 repeticiones. Sin embargo, se plantea en este punto una contradicción objetiva: el esfuerzo por ejecutar 6-8 repeticiones obliga al deportista a ejecutar ejercicios con sobrecargas, la mayoría de los cuales son mucho menos accesibles con una repetición. El método isocinético elimina la contradicción ya que permite alcanzar en cada repetición los máximos índices de fuerza, es decir, que vincula los índices de fuerza con las posibilidades reales no sólo en las distintas fases de los movimientos, sino también en las distintas repeticiones de cada serie.

Gracias a las particularidades del régimen isocinético, la resistencia puede variar en una amplia escala, adaptarse a las posibilidades reales de los músculos en cada fase del movimientos realizado. Asimismo hay que tener en cuenta que, con el entrenamiento que utiliza otros métodos, la velocidad de desplazamiento de los eslabones biológicos del cuerpo suele no superar los 45-60° por seg, mientras que, en los movimientos naturales que caracterizan distintas modalidades deportivas, es muy superior. Los ejercicios de fuerza en régimen isocinético ejecutados en las máquinas de musculación modernas permiten variar la velocidad de desplazamiento de los eslabones biológicos de hasta 200° por seg y más.

El método de la resistencia variable. Las particularidades de dicho método están relacionadas con la utilización de máquinas de musculación y entrenamiento bastante complejas y caras, cuyas particularidades de construcción permiten cambiar la magnitud de la resistencia, en los distintos ángulos de las articulaciones, en toda la amplitud del movimiento y adaptarla a las posibilidades reales de fuerza de los músculos en cada momento del movimiento.

Una importante ventaja del entrenamiento con el método de resistencia variable consiste en que los ejercicios se realizan con gran amplitud. Ello



Ilustr.9. *Ejecución de ejercicios de fuerza en régimen isocinético con ayuda de un compañero.*

se debe a los intentos para lograr la regulación óptima del asiento, empuñadura y la rotación de cada máquina de musculación.

De este modo, con un trabajo excéntrico, se logra la máxima extensión de los músculos que trabajan. Ello es importante por los tres motivos siguientes: en primer lugar, los músculos bien estirados previamente demuestran mayor fuerza; en segundo lugar, se crean condiciones para «trabajar» los músculos en toda la amplitud del movimiento; en tercer lugar, se crean premisas para trabajar simultáneamente la fuerza y la flexibilidad.

Por otra parte, es preciso tener en cuenta que el entrenamiento que utiliza máquinas isocinéticas de musculación obliga al deportista a trabajar con resistencia constante en cada repetición, es decir, que en el primer movimiento y en el último, el deportista debe vencer la misma resistencia. Ello, claro está, constituye un importe defecto de dicho método respecto al régimen resistencia variable.

A pesar de que las compañías que fabrican máquinas de musculación y entrenamiento van perfeccionando su construcción, en los distintos nudos de la máquina se crea una resistencia de rozamiento, que provoca una mayor diferencia en las resistencias a vencer en las fases concéntrica y excéntrica del movimiento. En el trabajo concéntrico, la resistencia es mucho mayor que en el trabajo excéntrico, lo cual disminuye sustancialmente la eficacia del trabajo excéntrico.

Otro grave defecto consiste en que el equipamiento para utilizar dicho método es enorme, complejo y caro. En una máquina de musculación no se suele poder ejecutar más de uno o dos ejercicios. Y el conjunto que permite realizar toda la preparación de fuerza está formado por 25-30 estaciones.

Los ejercicios isocinéticos pueden ser también ejecutados trabajando con un compañero que ejerce una resistencia que corresponde a las posibilidades de fuerza del deportista, dándole la posibilidad de desarrollar la fuerza máxima o la fuerza casi máxima en toda la amplitud del movimiento (ilustr.9). Sin embargo, la eficacia de dicho trabajo es inferior al entrenamiento que utiliza máquinas de musculación.

PRINCIPALES FACTORES QUE DETERMINAN EL NIVEL DE LAS CUALIDADES DE FUERZA

Por el cambio conjunto de los mecanismos morfológicos, bioquímicos y fisiológicos, debidos a la eficacia de la adaptación del organismo humano al trabajo de fuerza, la fuerza de los músculos puede aumentar 2-4 veces.

La adaptación del organismo al entrenamiento de fuerza obedece a transformaciones en los músculos, sistema nervioso y tejido óseo. El incremento de la fuerza se debe tanto a la hipertrofia de los músculos como al aumento de la densidad de los elementos de contracción dentro de la célula y al cambio de correlación de la actina y la miosina. Las transformaciones morfológicas en el sistema nervioso consisten en primer lugar en la ramificación de las motoneuronas, el aumento de las células de los ganglios, mientras que las transformaciones funcionales son el aumento de la coordinación inter e intramuscular. Las transformaciones del sistema óseo consisten en la mayor densidad de los huesos, su mayor elasticidad, la

hipertrofia de los salientes óseos en las zonas donde se insertan los tendones. Estas transformaciones se manifiestan muy claramente en los deportistas de modalidades de fuerza-velocidad: halterófilos, lanzadores, velocistas. Por otra parte, no se observan cambios sustanciales en los nadadores respecto a personas sedentarias.

Por consiguiente, los principales factores que determinan el nivel de las cualidades de fuerza del deportista pueden reducirse a tres grupos fundamentales:

1. morfológicos (sección transversal de los músculos y fibras, correlación entre las fibras de distinto tipo, capacidad de extensión de los músculos y tendones, transformaciones del tejido óseo, etc.);
2. energéticos (reservas de moléculas fosfagénicas (adenosintrifosfato y fosfocreatina) y de glucógeno muscular y hepático, eficacia de la circulación sanguínea periférica, etc.);
3. neurorreguladores (frecuencia de los impulsos, coordinación intra e intermuscular).

El entrenamiento moderno es exclusivamente eficaz para aumentar la fuerza máxima cuando se incrementa la sección transversal del músculo, y del aumento a partir de aquí de la masa muscular. Un oportuno entrenamiento de fuerza puede aumentar sustancialmente la parte muscular en la masa global del cuerpo. Los deportistas especialistas en modalidades que exigen altos índices de fuerza máxima y de fuerza-velocidad pueden aumentar la masa muscular hasta un 50-55%, mientras que los culturistas presentan índices todavía más altos: hasta 60-70% (la norma está cerca del 40%). El aumento de la masa muscular no implica el aumento de la fuerza de forma lineal: un aumento de la masa de dos veces provoca el aumento de la fuerza máxima en tres-cuatro veces. Esta correlación puede variar sustancialmente según la eficacia de la coordinación intra e intermuscular, la configuración de las fibras musculares, la edad y sexo de los deportistas. Por ejemplo, el aumento de la superficie de la sección muscular en 1 cm^2 en los hombres provoca el aumento de la fuerza en un 70-120 H/cm^2 (7-12 kg/cm^2), y en las mujeres en 60-100 H/cm^2 (Hartmann y Tünemann, 1988).

El aumento de la masa muscular debido al aumento de la cantidad de fuerza de los elementos de contracción (miofibrillas), a una mejor coordinación intramuscular para poder movilizar mejor una gran cantidad de unidades motoras contribuye indudablemente al aumento de la fuerza-velocidad.

La forma de los músculos es muy variada (ilustr.10). Viene determinada por su tamaño, por la relación entre la parte muscular y tendinosa, por su inserción en los huesos, por las particularidades de los haces que determinan el tipo de trabajo de los músculos y su topografía.

Los más comunes son los músculos fusiformes y los músculos lisos. Las diferentes formas de los músculos se deben a sus particularidades funcionales. Los músculos largos y finos que tienen poca superficie de inserción en los huesos (por ejemplo, los músculos flexores de los dedos de la mano) suelen intervenir en movimientos de gran amplitud. Los movimientos en que intervienen los músculos cortos y gruesos (por ejemplo, el músculo cuadrado lumbar) tienen poca envergadura. Sin embargo, en muchos casos estos músculos pueden vencer una gran resistencia.

En lo que a las articulaciones se refiere, los músculos se dividen en músculos monoarticulares, biarticulares y poliarticulares.

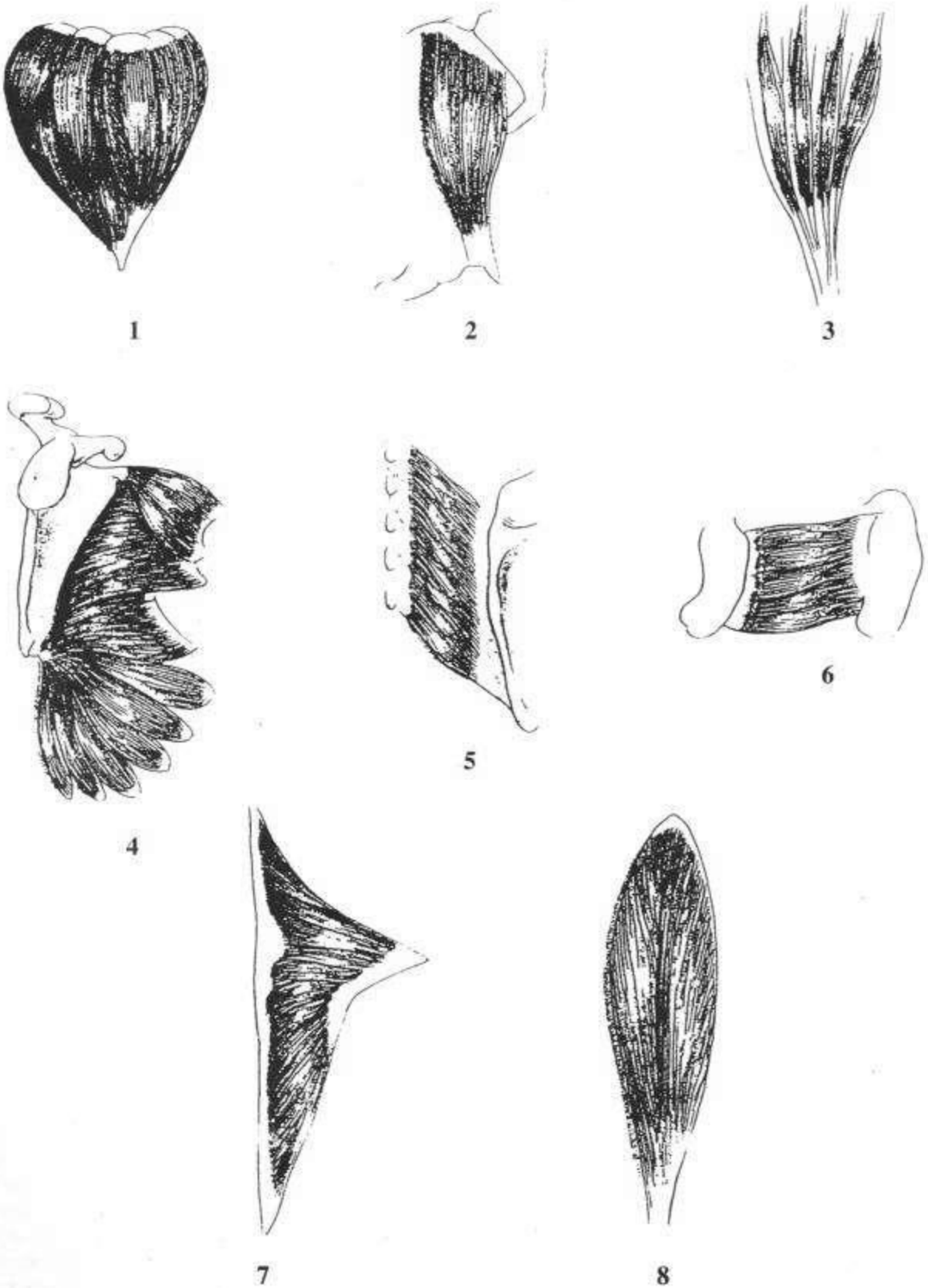
Según las particularidades de la situación de los tendones, los músculos esqueléticos se dividen en dos grupos fundamentales: los fusiformes y peniformes (ilustr.11).

Las fibras de los músculos fusiformes tienen un vientre grueso que se afina hacia los tendones. La forma fusiforme de los músculos se debe a que algunos haces de fibras musculares se dirigen hacia el tendón antes que las demás. Ello es particularmente evidente en el músculo bíceps.

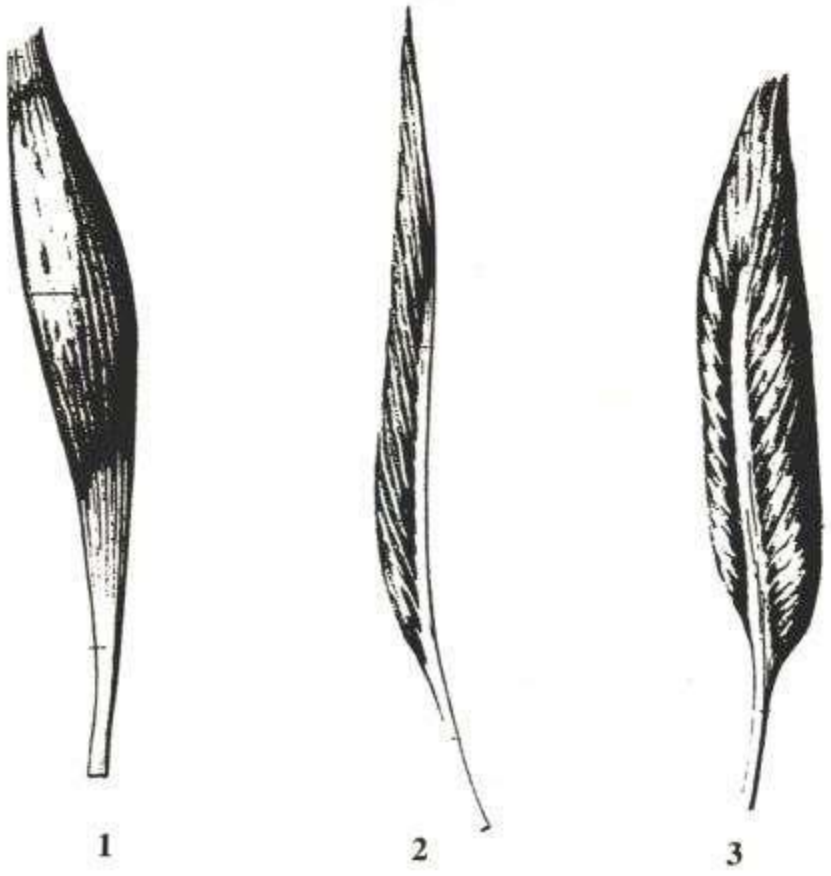
Los músculos peniformes, según las particularidades de su inserción en los tendones, se dividen en músculos de un ala y de dos alas. Los haces de las fibras musculares de los músculos de un ala se insertan en el tendón por un lado, y los de dos alas se insertan en el tendón que se halla en el centro del músculo por ambos lados. Por ejemplo, el recto anterior del cuádriceps femoral presenta esta estructura.

Las particularidades de la estructura interna de los músculos determinan en gran parte el nivel de fuerza. Por ejemplo, en los músculos fusiformes la dirección de los haces de fibras musculares es paralela a la longitud del músculo, mientras que en los músculos peniformes las fibras se distribuyen oblicuamente respecto a la longitud del músculo. Ello determina también la gran magnitud del diámetro fisiológico de éstos. Como bien es sabido, los músculos de gran diámetro fisiológico tienen más fuerza. Cabe señalar que los músculos peniformes presentan importantes capas intermedias de tejido conjuntivo que limitan su extensibilidad pero que permiten efectuar mucho trabajo de carácter estático.

La fuerza del músculo depende en gran parte de las posibilidades de los elementos de contracción,



Ilustr.10. *Forma de los músculos del esqueleto. Músculos fusiformes: 1: Deltoides; 2: Periforme; 3: Vermiforme; 4: Serrato. Músculos lisos: 5: Romboides; 6: Cuadrado; 7: Trapecio; 8: Sóleo.*



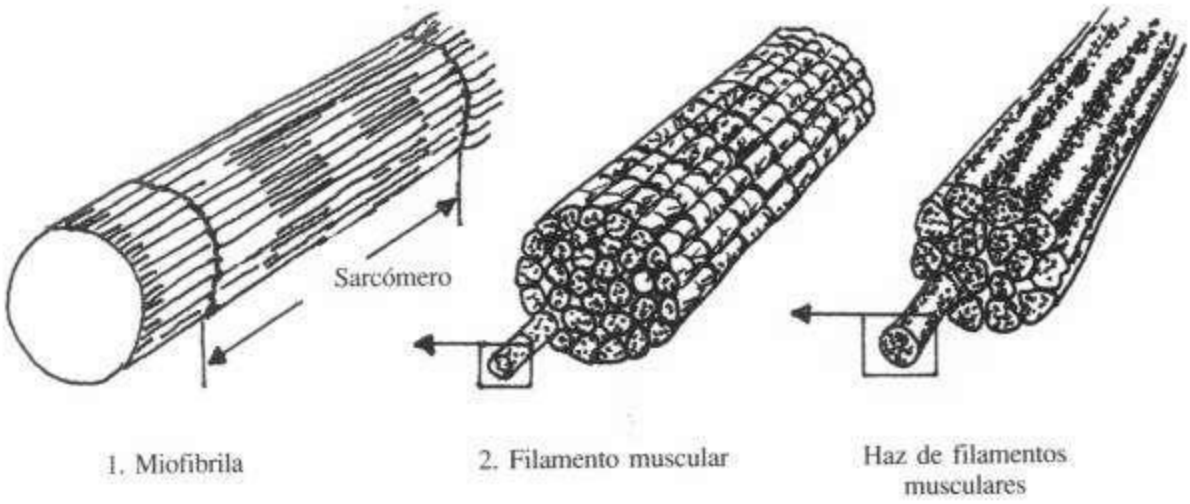
Ilustr.11. *Variedades de músculos del esqueleto: 1: músculo fusiforme; 2: músculo peniforme, 3: músculo bipeniforme.*

las miofibrillas. Reunidas en haces se extienden de una punta de la fibra muscular hacia la otra, proporcionando la línea estriada longitudinal de los músculos. La línea estriada longitudinal se determina por una estructura particular de las miofibrillas, que son de proteínas de contracción de dos tipos. El filamento de actina es una espiral doble de actina donde se encuentra la tropomiosina y la troponina. Está constituido por moléculas que se dividen en una «cabeza», «cuello» y «cola» (ilustr.12 y 13).

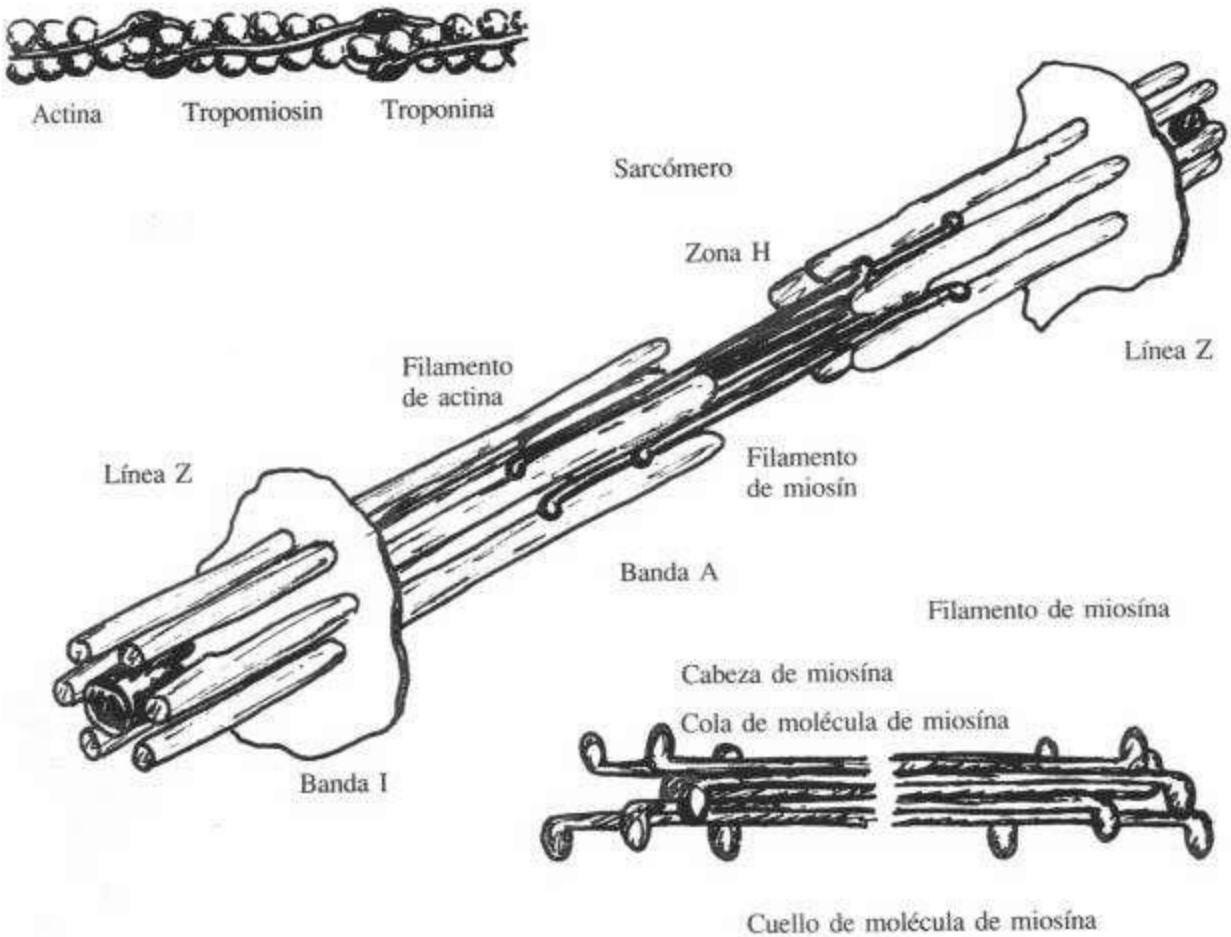
La estructura fundamental del músculo es el sarcómero, el cual está constituido por grupos estrictamente ordenados de miofilamentos gruesos paralelos que forman una zona oscura (banda A), alternándose con una zona clara (banda I), formado por un grupo de finos miofilamentos de actina. Las bandas I quedan divididas por una línea transversal Z, a cuyos lados se insertan finos filamentos de actina. La zona existente entre dos líneas Z contiguas se denomina sarcómero (ilustr.13).

La fibra muscular se contrae como resultado de una interacción de las moléculas protéicas de actina y miosina, lo cual se da por el deslizamiento entre los miofilamentos gruesos y delgados. Este deslizamiento provoca una disminución de la amplitud de la banda A y de la zona H. La relajación de la fibra muscular se acompaña de un ensanchamiento de los discos isotropos de modo que los filamentos de actina parecen salir de los espacios entre los filamentos de miosina. Con la elongación de la fibra muscular, las extremidades de los filamentos de actina en las miofibrillas se hallan casi al nivel de las extremidades de los filamentos de miosina. En un músculo relajado, la densidad de los filamentos de actina y miosina en las miofibrillas es mínima (ilustr.14).

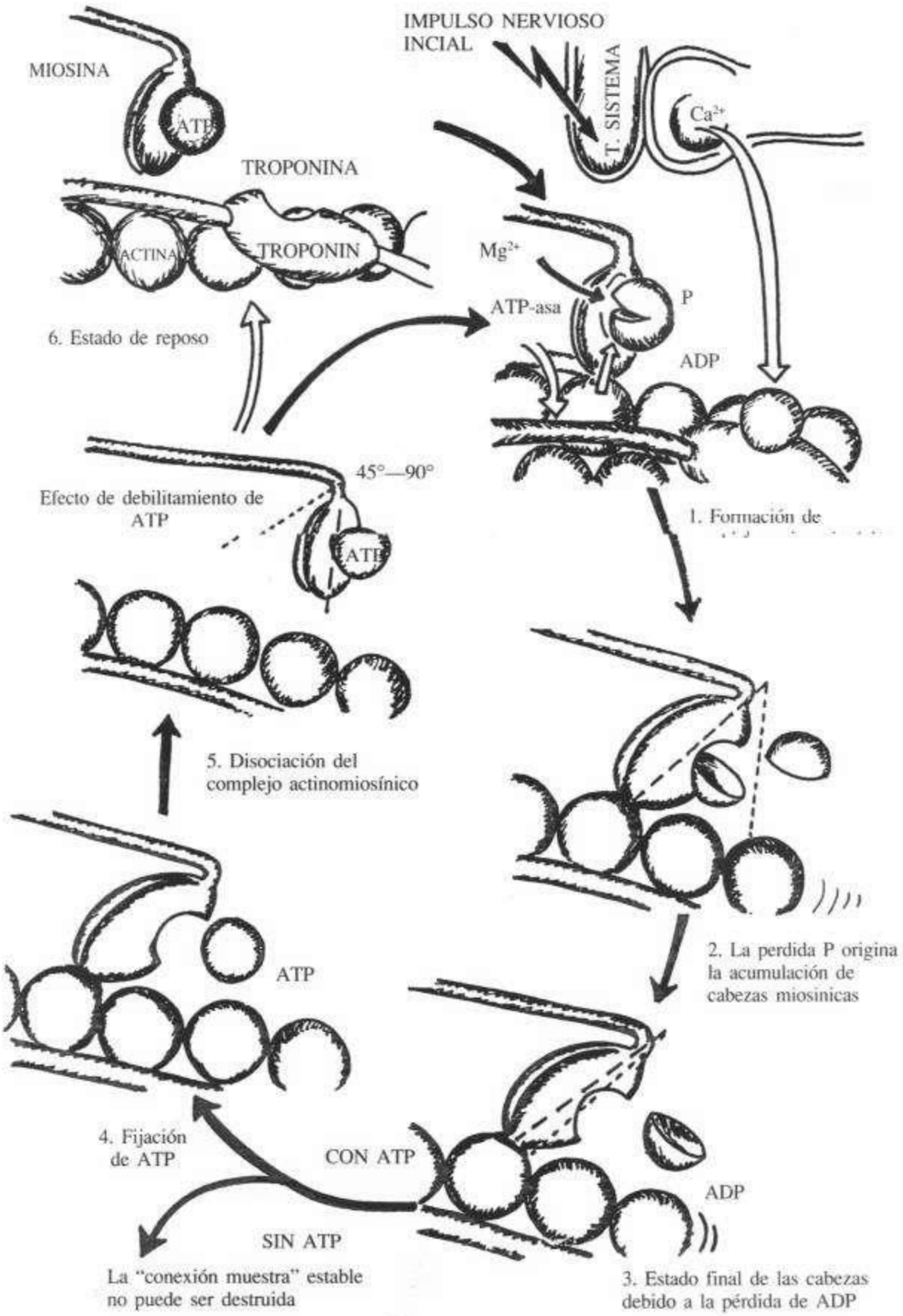
La ilustración 14 representa el mecanismo molecular del deslizamiento de los filamentos de actina y miosina. Cabe distinguir varias etapas consecutivas. La primera de ellas es la formación del conjunto actinomiosínico con la iniciación del impulso nervioso y la participación de los iones Ca, Mg, ATP, P, ATPasas. La segunda etapa se caracteriza por la pérdida de P y la acumulación en 50-90° de cabezas miosínicas. En la tercera etapa se produce la pérdida del ADP y la inclinación definitiva de las cabezas de miosina. La cuarta etapa presencia la disociación del conjunto



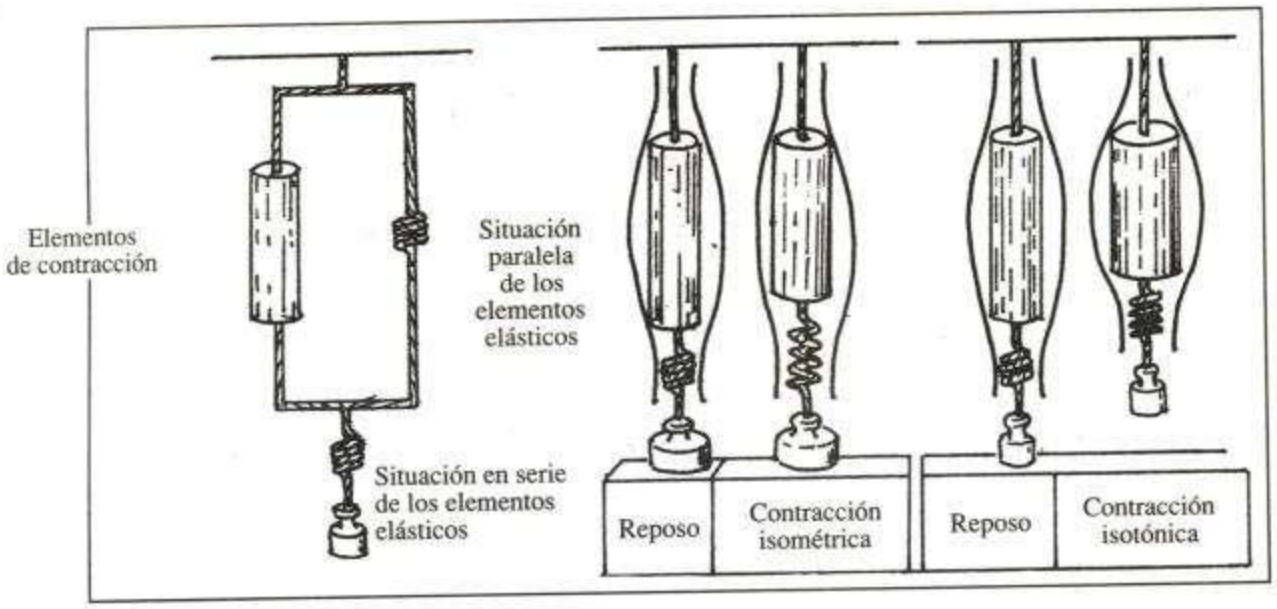
Ilustr.12. *Estructura del músculo estriado.*



Ilustr.13. *Estructura del sarcómero.*



Ilustr.14. *Mecanismo de deslizamiento de los filamentos de actina y de miosina (contracción isotónica).*



Ilustr. 15. *Modelo de la contracción muscular.*

actinomiosínico; se observa el efecto de la relajación del ATP. Posteriormente, la fibra muscular pasa al estado de reposo o el ciclo se repite.

De este modo, el mecanismo analizado revela las vías de transformación de la energía química en energía mecánica de contracción.

La entrada del impulso motor en la fibra muscular provoca la liberación de iones Ca en presencia de los cuales la ATP-asa degrada el ATP. A su vez, la degradación del ATP produce la liberación de la energía que permite la contracción muscular.

La relajación del músculo tras la contracción y la recuperación del estado de partida se producen gracias a las propiedades elásticas del sarcolema y del tejido conjuntivo intramuscular.

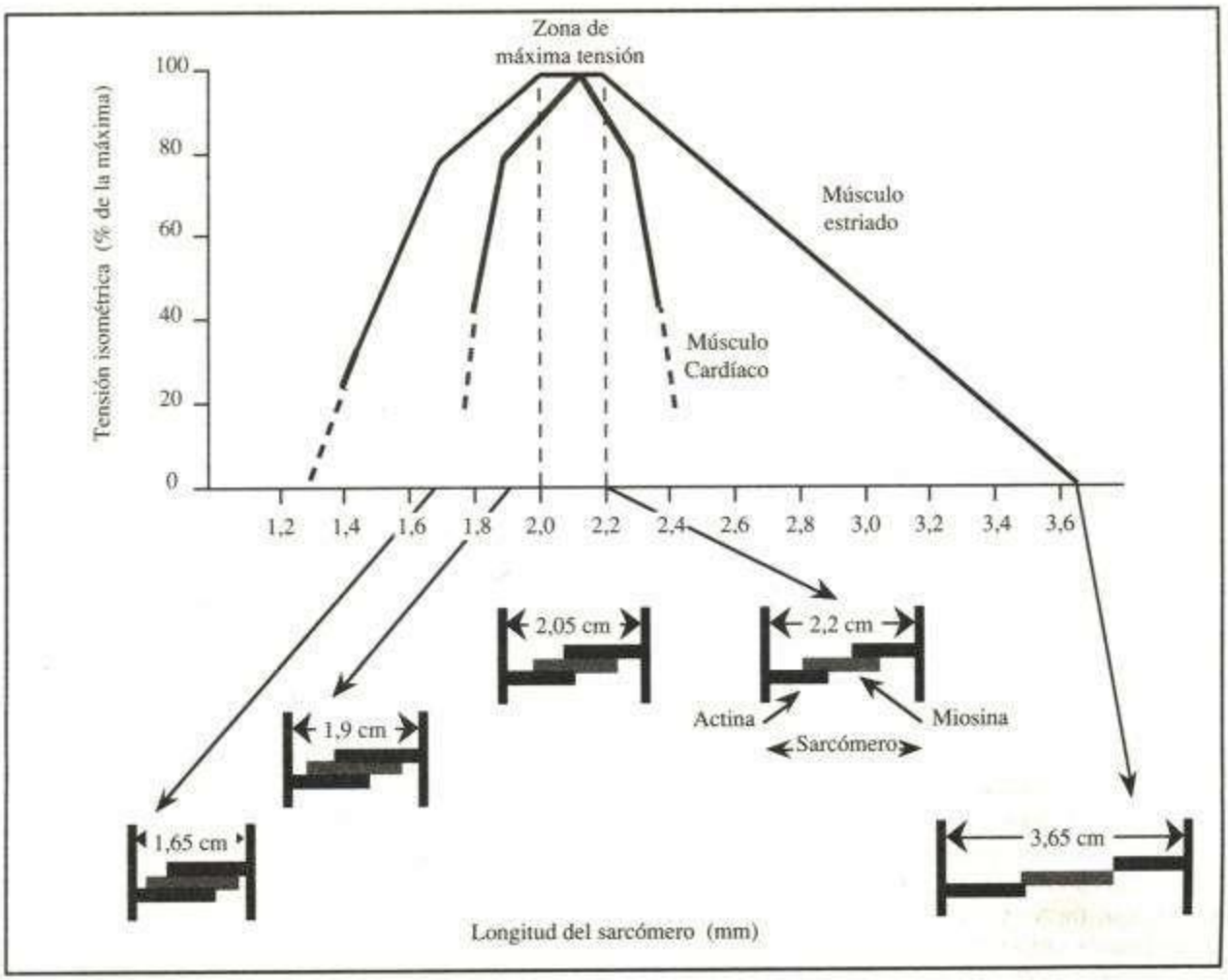
La tensión de los músculos durante la contracción se produce de modo isotónico (la contracción del músculo se produce con una tensión constante) y de modo isométrico (el músculo desarrolla una tensión sin que varíe su longitud) (ilustr.15).

En las condiciones reales de la actividad muscular, no se suele observar un tipo de contracción puramente isométrico o isotónico. Claro está, todo ello debe ser tenido en cuenta para elaborar un método racional de desarrollo de la fuerza y para elegir la amplitud óptima de movimientos y la magnitud de la resistencia.

La zona de máxima tensión del músculo corresponde a la zona óptima de interacción de los filamentos de actina y miosina. La extensión de dicha zona viene determinada por la posibilidad de formación de puentes transversales miosínicos. Durante una fuerte contracción del músculo, las extremidades de los filamentos de actina contrarios se ocultan de modo que una parte de los puentes centrales deja de ser activa. Cuando la contracción es extrema, los filamentos gruesos de miosina se apoyan en línea e incluso pueden desviarse. Ello provoca una disminución de la fuerza de contracción del músculo. Si la elongación es excesiva, los filamentos de actina y miosina dejan de ocultarse y se alteran los ligamentos transversales. Por lo tanto, no se produce el deslizamiento de los filamentos unos respecto a otros y no se desarrolla la tensión (ilustr.16).

De este modo, el músculo no puede desarrollar la fuerza máxima tanto si está demasiado elongado como excesivamente contraído. Los músculos esqueléticos se someten a la elongación y contracción en cerca de un 30-40% de su longitud. La extensión previa del músculo en un 15-25% crea condiciones óptimas para una contracción eficaz y para lograr altos índices de fuerza. Sin embargo, la elongación casi extrema y extrema del músculo (superior al 30-35%) provoca una disminución de la fuerza debido al alejamiento de los miofilamentos de actina y miosina entre sí, que dificulta su unión. La energía de los componentes sólidos provocada por la distensión no es capaz de compensar estas pérdidas totalmente.

Una contracción excesiva del músculo provoca la aparición de la llamada deuda de contracción, es decir, un estado de tensión residual que limita la fuerza. La eliminación de esta tensión residual



Ilustr.16. *Interrelación entre la tensión isométrica y la longitud del sarcómero.*

exige una elongación previa de músculo después de la cual éste puede mostrar las máximas posibilidades de fuerza (Alter, 1990; Corvo, 1990).

En distintas personas se observan importantes diferencias en la cantidad de fibras musculares para un mismo músculo. Ello predetermina en gran parte las posibilidades de adaptación de los músculos tanto respecto al aumento de su diámetro como respecto al incremento de la fuerza. Cuanto mayor es la cantidad de fibras musculares que contiene el músculo, mayores serán sus posibilidades de adaptación. Junto a la cantidad global de fibras, reviste gran importancia para una preparación de fuerza eficaz la correlación entre las fibras de distinto tipo en el músculo.

En la estructura del tejido muscular se distinguen dos tipos de fibras musculares: las de contracción lenta (ST) y las de contracción rápida (FT). Esta división simplifica la organización tisular de los músculos entre los cuales existen distintos debido, ante todo, a las propiedades morfofuncionales de sus fibras. Sin embargo, los tipos destacados de fibras musculares son unidades funcionales relativamente independientes que se distinguen por sus propiedades morfológicas, bioquímicas y contráctiles.

Las fibras ST presentan las propiedades siguientes: poca velocidad de contracción, un importante número de mitocondrias («centro energético de la célula»), gran actividad de los enzimas oxidativos (las proteínas contribuyen a la rápida activación de las fuentes de energía), magnífica vascularización (numerosos capilares) y un alto potencial de acumulación de glucógeno. Las fibras FT tienen una red de capilares menos desarrollada, menor número de mitocondrias, gran capacidad glucolítica, gran actividad de los enzimas no oxidativos y una mayor velocidad de contracción.

Se distinguen dos subgrupos de fibras FT: FTa y FTb. Las fibras FTa son las fibras de contrac-

ción rápida oxidativo-glucolíticas. Se distinguen por sus altas posibilidades de contracción y al mismo tiempo presentan una gran resistencia al cansancio. Estas fibras se someten particularmente bien al entrenamiento de resistencia (Hopper, 1978). Las fibras FTb son el tipo clásico de fibras de contracción rápida cuyo trabajo utiliza las fuentes de energía anaeróbica, ante todo de la glucólisis.

Tipo de fibra	Velocidad	Fuerza	Capacidad aeróbica
ST	Baja	Baja	Alta
FTa	Alta	Alta	Media
FTb	Alta	Alta	Baja

Cuadro 7. *Caraterística de las fibras musculares de distinto tipo.*

Una gran cantidad de fibras ST limita el aumento de la masa muscular, de la fuerza máxima y de la fuerza explosiva de los músculos y crea, al mismo tiempo, buenas premisas para desarrollar la fuerza estática y la fuerza-resistencia para un trabajo que no exija vencer grandes resistencias. El predominio en la superficie de la sección transversal de los músculos de fibras FTa y FTb contribuye a aumentar el diámetro muscular, la fuerza máxima y la fuerza-velocidad. Por otra parte, cuantas más fibras FTb haya en el músculo del deportista, tanto más estará predispuesto al entrenamiento que aumente la fuerza-velocidad.

Si el porcentaje de la cantidad de fibras FT y ST viene en gran medida determinado genéticamente y no se somete demasiado a la acción del entrenamiento, el cambio del volumen de unas u otras fibras puede lograrse con el entrenamiento de finalidad correspondiente: la hipertrofia de las fibras ST provoca ante todo un aumento de la fuerza estática; las fibras FT aumentan la fuerza máxima y la fuerza-velocidad.

La hipertrofia de los distintos tipos de fibras musculares se debe al método de entrenamiento. Las fibras musculares rápidas se hipertrofian ante todo bajo la acción de ejercicios que exigen fuerza-velocidad. Con un trabajo estático, su hipertrofia únicamente se produce en el caso de tensiones de intensidad y duración extremas. Con el microscopio, se han examinado músculos de culturistas que utilizaban pequeñas sobrecargas con una gran cantidad de repeticiones y poca velocidad de ejecución en su entrenamiento. Se descubrió que las fibras ST estaban hipertrofiadas, mientras que las fibras FT no habían aumentado su volumen. Por el contrario, la aplicación de grandes sobrecargas con una pequeña cantidad de repeticiones y gran velocidad de movimientos provoca la hipertrofia exclusiva de las fibras FT, mientras que el volumen de las fibras ST no sufre transformaciones sustanciales. Con estas cargas no se observan importantes cambios en la vascularización de los músculos, no varía la potencia del sistema de las mitocondrias en los músculos. Al mismo tiempo, se produce el cambio del metabolismo energético de las fibras musculares en el sentido de un incremento de la potencia del sistema de la nueva síntesis glucolítica.

Un trabajo de fuerza eficaz debe utilizar las distintas fuentes de energía. Un trabajo breve de fuerza y de fuerza-velocidad se realiza utilizando las moléculas fosfagénicas (adenosintrifosfato, fosfocreatina), mientras que un trabajo más prolongado presupone también utilizar los hidratos de carbono (glugógeno muscular y hepático, glucosa).

Una preparación de fuerza intensa puede aumentar las reservas de ATP en el músculo en un 40-70%, de CP en un 60-80% y de glucógeno en un 80-100%. En un trabajo de fuerza no muy prolongado se utiliza principalmente el glucógeno hepático que se incluye rápidamente en el proceso de la formación de energía y que no exige ser transportado por el circuito sanguíneo y ser luego utilizado por la célula muscular. Es preciso señalar que las reservas de fosfato de los músculos son muy poco importantes respecto a las de hidratos de carbono: las reservas energéticas del organismo expresadas en ATP son de cerca de 5 j (1,2 kcal), de CP cerca de 15 j (3,6 kcal), en forma de glucógeno: cerca de 10.500 j (2.500 kcal, 600 g). En un trabajo de fuerza más prolongado es posible utilizar el glucógeno del hígado. La reserva energética es de 2.600 j (620 kcal, 150 g) (Hartmann y Tünemann, 1988).

En numerosas modalidades deportivas se exige un alto nivel de fuerza-resistencia para mantener una postura correcta durante la actividad competitiva. Ello queda evidenciado, por ejemplo, en ciclismo, patinaje de velocidad, en elementos aislados de vela y en tiro. En todas estas modalidades, se logra mantener una posición con la contracción estática de los músculos. Cuando se desarrolla la fuerza-resistencia estática, es muy importante lograr que la magnitud de la sobrecarga durante el entrenamiento corresponda con la de la actividad característica de competición. La fuerza-resistencia para el trabajo estático con distintas sobrecargas se logra mediante distintos mecanis-

mos. Con sobrecargas poco importantes (5-15% del nivel máximo de fuerza), las fibras musculares se contraen con la mínima frecuencia de trabajo, la nueva síntesis de los fosfágenos se lleva a cabo utilizando los procesos aeróbicos; el flujo sanguíneo volumétrico en el músculo crece proporcionalmente a la fuerza de contracción. Las unidades motoras con dichas sobrecargas funcionan en régimen de sustitución mutua, logrando así mantener durante largo tiempo la capacidad de trabajo. El aumento de la sobrecarga implica otros mecanismos para lograr la fuerza-resistencia estática: con tensiones del 20-30% para unos músculos y del 50-70% para otros, el flujo sanguíneo se interrumpe prácticamente, la capacidad de trabajo se logra ante todo gracias a las reservas de fosfágenos y a la glucólisis; se dificulta poco a poco el proceso de la sustitución mutua de las unidades motoras durante la ejecución del trabajo (Åstrand y Rodahl, 1977; Verjoshanski, 1988).

Las diferencias en los mecanismos de formación de la fuerza-resistencia estática con sobrecargas pequeñas y grandes son tan importantes que no permiten trasladar esta cualidad lograda mediante el entrenamiento con unas sobrecargas a un trabajo con otras. Ello presupone la necesidad de utilizar métodos diferenciados para el entrenamiento de los deportistas especialistas en distintas modalidades. Por ejemplo, el mantenimiento de una postura racional en deportes como el ciclismo o el patinaje de velocidad exige cargas de fuerza poco importantes. Al mismo tiempo, los elementos estáticos que caracterizan la gimnasia artística y los distintos tipos de lucha suelen exigir índices de fuerza casi extremos y extremos.

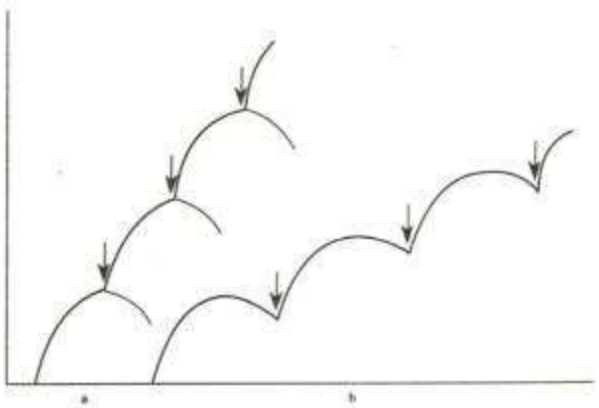
El nivel de fuerza depende mucho de la perfección de la coordinación inter e intramuscular. La eficacia de la coordinación intramuscular se traduce por la capacidad del deportista de regular la actividad de las unidades motoras de los músculos en activo, mientras que la coordinación intermuscular es la interacción de los músculos y de los grupos musculares que permiten ejecutar un movimiento concreto.

La coordinación intramuscular se determina por el dominio del deportista para diferenciar la fuerza, así como para activar al mismo tiempo la máxima cantidad posible de unidades motoras. Por otra parte, cabe destacar que las unidades motoras de los distintos músculos son muy diferentes por su estructura, sus posibilidades de fuerza y sus particularidades de activación. Los músculos que permiten ejecutar pequeños movimientos que exigen mucha coordinación suelen estar formados por unidades motoras muy numerosas (hasta 2.000-3.000) con una pequeña cantidad de fibras musculares (desde 8-10 hasta 40-50). Los músculos grandes del ser humano contienen 2-3 veces menos unidades motoras. Sin embargo, cada unidad motora comprende una gran cantidad de fibras: desde 1.000 hasta 2.000. Ello implica también grandes diferencias en las posibilidades de fuerza de las distintas unidades motoras: la fuerza de tracción que se desarrolla con una única contracción de las pequeñas unidades motoras puede ser de varios milinewtones, mientras para las grandes unidades motoras, puede llegar a alcanzar varios newtones.

La ejecución de los distintos movimientos se realiza como resultado de una contracción sumatoria y sincrónica de una determinada cantidad de unidades motoras: cuanto más desarrollada está la fuerza, mayor es el número de unidades motoras que se incorpora al trabajo. Sin embargo, la incorporación al trabajo del número óptimo de unidades motoras resulta ser un proceso bastante complejo de interacción de la impulsión nerviosa y de la reacción de contracción de las fibras musculares.

La máxima contracción de las fibras motoras del músculo se produce cuando el impulso se hace con la máxima activación como resultado del impulso anterior. En este caso se produce la suma de la actividad y el aumento constante del nivel de fuerza (a en ilustr.17). Si el impulso se retrasa y se produce en la fase de relajación de las fibras, la eficacia de la activación disminuye bruscamente (b en ilustr.17).

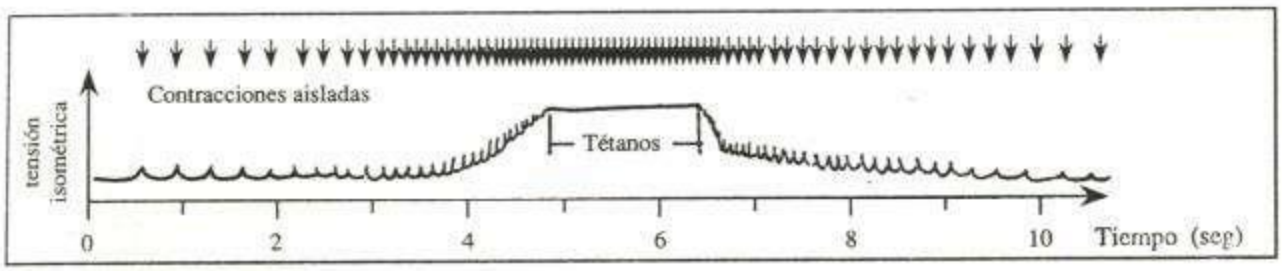
Aquí es muy importante tener en cuenta que los distintos tipos de fibras musculares tienen distinto umbral de excitación. El mínimo umbral de excitación (10-15 hz) corresponde a las fibras ST que



Ilustr.17. *Contracción de las fibras musculares según la frecuencia de la impusión (las flechas indican el momento de transmisión de los impulsos).*

permiten ejecutar un trabajo a un nivel del 20-25% de la máxima fuerza estática. El desarrollo de un 60% de la máxima fuerza estática incorpora en el trabajo las fibras FT e implica una frecuencia de 20-45 hz, mientras que los índices extremos de que exigen la incorporación en el trabajo de toda la masa muscular, implican una frecuencia de 45-55 hz. El umbral de excitación depende también del volumen de las unidades motoras: cuanto menor es una unidad motora, más bajo es el umbral de su excitación (Groher, 1979; Greem, Reichman y Pette, 1983).

De vital importancia para el método de la preparación de fuerza y, en particular, para el desarrollo de la fuerza-velocidad es reconocer que el nivel extremo de la fuerza se logra tanto con un impulso de frecuencia 45-55 Hz como con una frecuencia mucho mayor. Sin embargo, la rapidez para lograr el nivel extremo de fuerza depende directamente de la frecuencia de la estimulación: una estimulación de alta frecuencia disminuye bruscamente el nivel la máxima tensión de los músculos (ilustr.18).



Ilustr.18. *Frecuencia de la estimulación y tensión de los músculos.*

Por ello, cuando se desarrolla la fuerza-velocidad, es preciso contemplar que se cumplan las condiciones para que se produzca una estimulación de alta frecuencia en los músculos que se incorporan al trabajo.

Si las unidades motoras trabajan en régimen de tétanos total (o casi total), el carácter de la relación temporal de su actividad casi no influye en la magnitud de la tensión máxima que desarrolla el músculo en general. En régimen de tétanos total, el nivel de tensión de cada unidad motora se mantiene casi constante (tétanos constante). Por ello, con contracciones musculares fuertes y prolongadas, el carácter de la relación durante toda la actividad del impulso de las motoneuronas prácticamente no se refleja en la máxima tensión del músculo.

Por el contrario, con contracciones breves o al principio de cualquier contracción, la sincronización de la actividad del impulso de las motoneuronas desempeña un papel importante e influye en la velocidad de desarrollo de la tensión, es decir, en el gradiente de la fuerza. Es evidente que cuanto más coincidencias se den en los ciclos de contracción de las unidades motoras al principio de la tensión de los músculos, tanto más rápido aumentará. Esta sincronización se produce muy a menudo al principio de la ejecución de movimientos rápidos realizados contra una gran carga externa. Ello se debe hasta cierto punto a que la frecuencia de los impulsos de las motoneuronas es superior al principio de la descarga. Gracias a una gran frecuencia inicial, la verosimilitud de la coincidencia de los ciclos de contracción de numerosas unidades motoras (sincronización) es muy importante al principio del movimiento. De este modo, la velocidad de aumento de la tensión del músculo depende tanto del número de unidades motoras activadas como de la frecuencia inicial y del grado de sincronización del impulso de las motoneuronas de un músculo determinado (Zimkin, 1975).

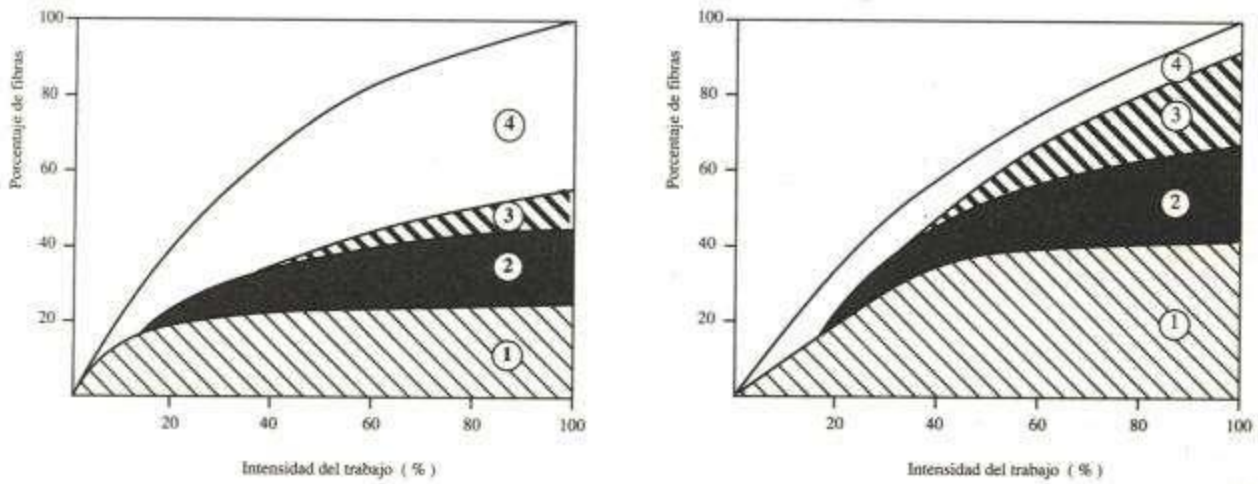
Actualmente está aceptada unánimemente la teoría del reclutamiento consecutivo de las unidades motoras que contempla la incorporación inicial al trabajo de las pequeñas motoneuronas y, por consiguiente, de las unidades motoras. Conforme va aumentando la intensidad del trabajo, se incorporan otras unidades motoras mayores.

Existe una gran diferencia entre las unidades motoras grandes y pequeñas. Por ejemplo, la mayor de las unidades motoras del gemelo del ser humano puede desarrollar una tensión 200 veces mayor que la unidad más pequeña. Cuando se

precisa una intensificación global del trabajo del músculo, se activan las unidades motoras mayores para poder así incrementar la tensión. Por lo tanto, con tensiones extremas o casi extremas, las unidades motoras no se incorporan una tras otra, sino que se activan casi simultáneamente (Evarts, 1984).

El factor que determina la cantidad y el tipo de fibras indispensables es la magnitud necesaria de la resistencia (Costill, Sharp y Troup, 1980). No existen datos experimentales que demuestren que el orden de reclutamiento de las fibras musculares venga determinado por una velocidad indispensable de la contracción muscular. Ello significa que el cerebro regula la actividad de los músculos según la fuerza que debe desarrollar el músculo y no según la velocidad de contracción. Ello se debe tal vez a que las fibras ST pueden desplazar los eslabones biológicos a gran velocidad (más de 1.000 por seg), pero únicamente con índices de fuerza poco importantes (Costill, Sharp y Troup, 1980).

De este modo, el proceso de la interacción de las distintas fibras musculares se realiza en los ejercicios de fuerza de la manera siguiente. Con cargas que representan un 20-25% del nivel de la fuerza máxima, el trabajo se lleva a cabo gracias a la contracción de las fibras ST. Luego se incorporan las fibras FTa y, cuando la carga alcanza el 40% del nivel de la fuerza máxima, se activan las fibras FTb (ilustr.19).



Ilustr.19. *Incorporación de las fibras musculares según la intensidad del trabajo en sedentarios (a) y en deportistas de alto nivel (b). 1: fibras ST; 2: fibras FTa; 3: fibras FTb; 4: fibras no utilizadas (según datos de la bibliografía especializada).*

Durante la ejecución de ejercicios que exigen un alto nivel de fuerza explosiva, el principio de la contracción de todos los tipos de fibra se produce casi simultáneamente ya que la carga alcanza muy pronto el 25-40% del nivel de la fuerza máxima. Sin embargo, como la capacidad de contracción de las fibras FT es 2-3 veces mayor que la de las fibras ST, la fuerza explosiva que se manifiesta entre 100-120 mseg corresponde sobre todo a las fibras FTa y FTb. Por ejemplo, cuando se nada lentamente, una gran parte de la fuerza utilizada recae en las fibras ST. Conforme aumentan la velocidad y el nivel indispensable de esfuerzos para un trabajo intervienen las fibras FTa. Cuando es preciso utilizar la fuerza máxima, intervienen en el trabajo las fibras FTb además de los primeros dos tipos. El pedaleo en el cicloergómetro a gran velocidad pero sin sobrecarga se realiza principalmente utilizando las fibras ST. El pedaleo con una gran sobrecarga hace intervenir en el trabajo los tres tipos de fibras tanto a gran velocidad como a poca velocidad.

Cabe señalar que la capacidad de activar racionalmente unidades motoras de distinta magnitud y distinta composición puede trabajarse mediante un entrenamiento especial. Las unidades motoras elaboran de modo más operativo las frecuencias de impulsión, se contraen más rápidamente y desarrollan más fuerza. Los deportistas de élite especialistas en modalidades que exigen un alto nivel de fuerza son capaces de vencer una resistencia que incluya un 85-90% de unidades motoras con un régimen óptimo de frecuencia de impulsión. Las personas sedentarias no suelen ser capaces de activar más de un 55-60% de unidades motoras.

Asimismo, es importante saber que las unidades motoras formadas por fibras ST son menos numerosas que las formadas por fibras FT. Por ello, índices de fuerza relativamente pequeños movilizan una gran cantidad de unidades motoras. Por ejemplo, con esfuerzos del 30-40% se activan hasta el 55-65% de unidades motoras. La participación de una gran cantidad de pequeñas unidades motoras con bajos índices de fuerza permite regular de forma muy eficaz la actividad muscular, es decir, ejecutar movimientos con un alto grado de coordinación. La participación de grandes unidades motoras con esfuerzos extremos y casi extremos disminuye considerablemente la eficacia de la regulación de los movimientos, su coordinación y su diferenciación.

Un desarrollo eficaz de la fuerza provoca un brusco aumento de la cantidad de unidades motoras que participa en un trabajo. La cantidad de unidades motoras que pueden ser movilizadas en una persona no entrenada con máximas tensiones de fuerza no suele superar los 25-30%. En las personas bien entrenadas a las cargas de fuerza, la cantidad de unidades motoras que intervienen en el trabajo puede superar el 80-90%. Ello se debe a la adaptación del sistema nervioso central que provoca el incremento de la capacidad de los centros motores para movilizar un mayor número de motoneuronas y para perfeccionar la coordinación intermuscular (Zimkin, 1984). Por ello, los deportistas de alto nivel pueden lograr en las condiciones extremas del entrenamiento y de competición índices de fuerza máxima que constituyen un 80-85% de la fuerza absoluta. Por otra parte, las personas sedentarias y los deportistas de nivel medio alcanzan en una tensión muscular máxima voluntaria índices de fuerza máxima que no superan un 55-60% de la fuerza absoluta.

Incluso con máximos esfuerzos de voluntad el ser humano no es capaz de lograr los máximos índices de fuerza muscular que puede lograr con una estimulación forzosa. La diferencia puede ser aquí del 10-40% y depende del nivel de entrenamiento al trabajo de fuerza del ser humano: 10-15% para las personas entrenadas; 30-40% para las no entrenadas. Cabe decir, por otra parte, que en régimen excéntrico de trabajo muscular intervienen otras unidades motoras independientemente de la voluntad. Ello significa que en dichas condiciones la magnitud de la fuerza prácticamente no depende del nivel de coordinación inter e intramuscular y que refleja las posibilidades de los músculos correspondientes a los índices con estimulación forzosa. La diferencia entre todos los índices de fuerza que se manifiestan en trabajos de régimen excéntrico y concéntrico nos permite evaluar la capacidad del ser humano para realizar el potencial de fuerza en condiciones de contracciones musculares voluntarias y la eficacia de la coordinación intramuscular.

La capacidad de realizar la fuerza con una contracción muscular voluntaria permite conocer las reservas para un ulterior incremento de la fuerza. Altos índices de realización indican un desarrollo de la fuerza mediante el aumento de la masa muscular, de la elasticidad de los músculos y de los ligamentos; índices bajos se desarrollan perfeccionando la coordinación intramuscular.

Para lograr máximos índices de fuerza es muy importante la coordinación intermuscular, es decir, la capacidad del deportista para asegurar una interacción eficaz entre los distintos músculos y grupos musculares que intervienen en la ejecución de un ejercicio concreto. La eficacia de la regulación nerviosa se manifiesta en este caso en la incorporación al trabajo sólo de aquellos músculos cuya actividad se caracteriza por una estructura del movimiento dinámica y cinemática, por una consecución racional de la activación de los músculos agonistas, por la armonía del trabajo de los agonistas y antagonistas.

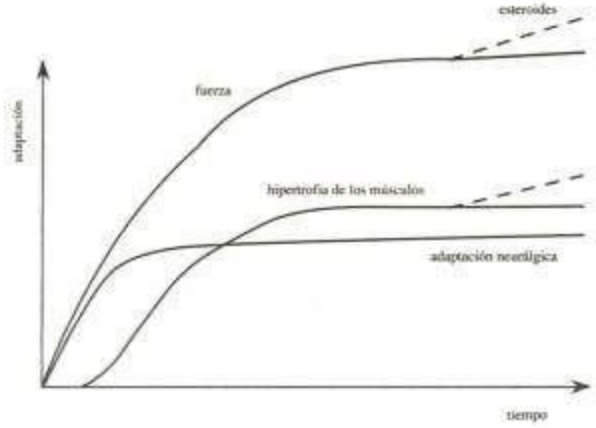
El perfeccionamiento de la coordinación intermuscular como resultado del entrenamiento se manifiesta tanto en la optimización del trabajo de los músculos agonistas como en el de los antagonistas. Entre los músculos agonistas, la carga fundamental recae en los músculos que son capaces de ejecutar eficazmente un movimiento concreto teniendo en cuenta su finalidad.

Es preciso tener en cuenta que la eficacia del proceso de perfeccionamiento de la coordinación intermuscular depende de la complejidad de los ejercicios: cuanto más complejo es un movimiento, más largo y complejo deberá ser el perfeccionamiento de la coordinación intermuscular. También está relacionada con la estructura de un movimiento concreto y no puede trasladarse a otros movimientos, incluso si en su ejecución intervienen los mismos grupos musculares.

En cuanto a los factores que determinan el nivel de fuerza, cabe mencionar que un músculo previamente estirado desarrolla mucha más fuerza que uno que ha sido relajado o contraído. Ello obedece a varias causas. La primera es que, en un estiramiento del músculo con una resistencia externa o con la fuerza de los músculos antagonistas, los elementos elásticos estiran el músculo como un resorte. El músculo acumula la energía potencial que durante la contracción activa se convierte en energía cinética suplementaria. Por

lo tanto, el músculo desarrolla más fuerza sin aumentar el gasto de energía química. Cuanto más elástico sea el tejido conjuntivo del músculo y mayor sea su estiramiento, mayor será la capacidad del músculo de acumular la energía potencial y de realizarla posteriormente en los ejercicios de fuerza-velocidad y de fuerza. La segunda causa es la prolongación de la vía para contraer debido al estiramiento previo de los músculos y para lograr a partir de ello índices más altos de fuerza-velocidad. Y, por fin, la tercera razón obedece a la estimulación suplementaria de la contracción de las unidades motoras, lo cual constituye una reacción refleja de defensa al estiramiento previo del músculo (Hartmann y Tünemann, 1988).

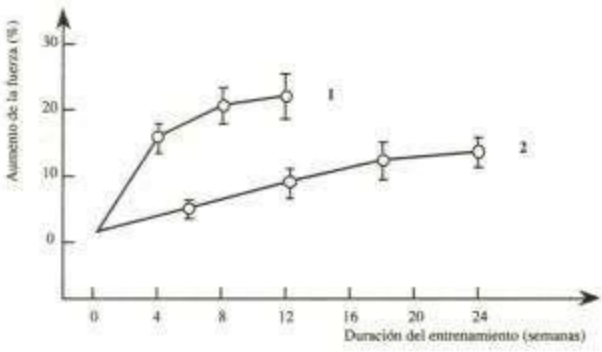
Una importante ley de la adaptación del deportista a las cargas de fuerza es el carácter adelantado de la adaptación neurorreguladora respecto a la morfológica. Sale (1988) mencionó este fenómeno de forma esquemática basándose en los resultados de la adaptación del sistema nervioso a las cargas de fuerza (ilustr.20).



Ilustr.20. *Papel relativo de la adaptación neuromuscular en la preparación de fuerza.*

Como podemos ver, en las distintas etapas de la preparación de fuerza, el papel relativo de las distintas vías de adaptación no es insignificante. En la primera etapa, el aumento del nivel de fuerza se debe al perfeccionamiento de los mecanismos neurorreguladores. Posteriormente aumenta el papel de la hipertrofia muscular. Cuando se limitan las posibilidades de una adaptación ulterior por medios naturales y por los métodos del entrenamiento deportivo, surge a menudo la tentación de utilizar esteroides anabolizantes.

El carácter adelantado y la adaptación nerviosa a las cargas de fuerza con la posterior hipertrofia muscular caracteriza a los deportistas sin tener en cuenta el nivel de partida de fuerza. Sin embargo, un entrenamiento análogo de fuerza en deportistas estudiados con distinto nivel de partida de fuerza implica importantes diferencias en la dinámica del aumento de la dicha cualidad física (ilustr.21).



Ilustr.21. *Aumento de la fuerza (flexiones con pesas) después de un entrenamiento de 12 semanas de duración en sedentarios, y de un entrenamiento de 24 semanas de duración en halterófilos de alto nivel. (Hakkinen, Komi y Kauhaunen, 1988).*

Como podemos ver, el entrenamiento de 12 semanas de las personas sedentarias provocó desviaciones mucho mayores en el nivel de la fuerza máxima que el entrenamiento de 24 semanas de halterófilos de alto nivel. En ambos casos el entrenamiento se llevó a cabo teniendo en cuenta las posibilidades individuales de los deportistas. Las resistencias constituían el 80-100% del máximo nivel individual de fuerza.

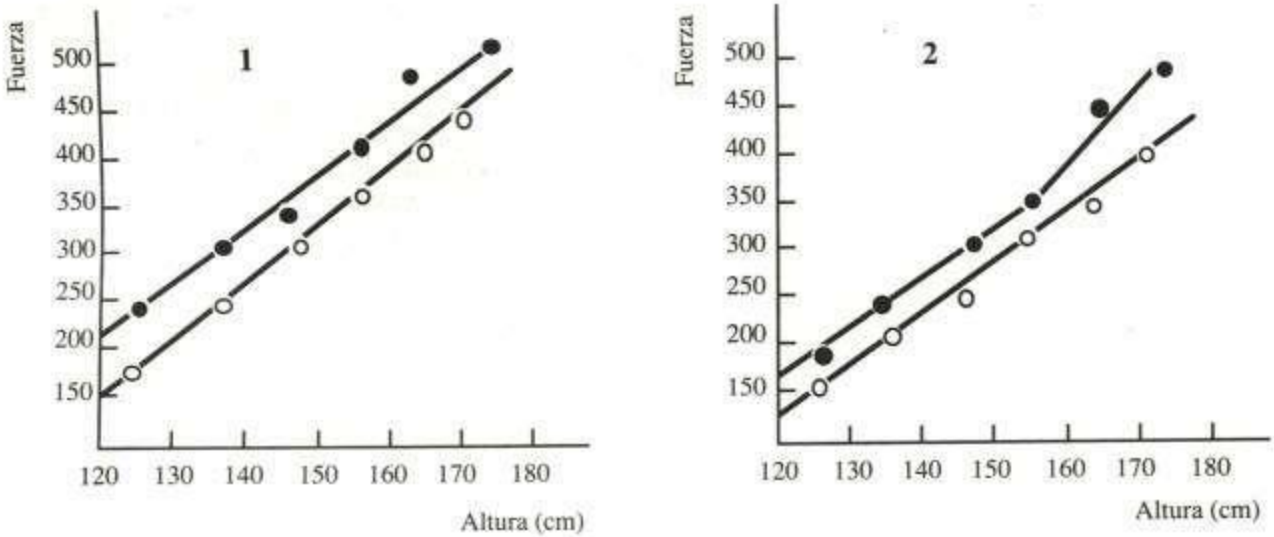
El aumento de la fuerza de los músculos es poco importante hasta los 10-11 años, pero entre los 12 y los 15 aumenta considerablemente. El desarrollo más intenso de la fuerza se produce a los 15-18 años. En el período de la maduración sexual aumenta la masa muscular, la velocidad de contracción y se perfecciona su capacidad para la tensión de carácter prolongado, lo cual es debido al desarrollo del aparato óseo y muscular, al estado funcional de los centros nerviosos que regulan la frecuencia, el grado y el volumen de las contracciones musculares.

Hacia los 17-20 años, la fuerza máxima se acerca al nivel de su desarrollo adulto. Las magnitudes más importantes de fuerza se observan entre 20 y 30 años. Las posibilidades funcionales de los distintos grupos de músculos no aumentan de forma equilibrada. Unos grupos musculares alcanzan un desarrollo bastante alto hacia los 10-13 años, otros hacia los 15. Las magnitudes relativas de los índices de la fuerza muscular a la

edad de 13-14 años en las flexiones y extensiones se acercan a los índices correspondientes de los adultos.

Entre los 12 y los 15 años, la fuerza muscular de los chicos aumenta mucho más que la de las chicas. Desde los 8 años y hasta los 11-12 no se dan grandes oscilaciones en el aumento de la fuerza ni en los chicos ni en las chicas. El aumento es más importante en los chicos a los 12-13 años de edad y alcanza el máximo a los 14-15 años. Luego el aumento de las magnitudes absolutas de fuerza disminuye. En las chicas se observa un aumento importante de la fuerza a los 12-13 años, posteriormente disminuyen las magnitudes absolutas del aumento de fuerza.

El desarrollo de la masa muscular en el organismo se produce paralelamente al aumento de la producción de hormonas androgénicas que desempeñan un papel muy importante en la regulación del volumen de masa muscular. El primer ensanchamiento de las fibras musculares se observa a la edad de 6-7 años cuando se intensifica la formación de andrógenos. Con el inicio de la maduración sexual (entre los 11 y 15 años) se observa un intenso aumento de la masa muscular de los chicos que proseguirá después del período de maduración sexual. En las chicas, el desarrollo de la masa muscular finaliza en general con el período de maduración sexual. El aumento de la fuerza muscular presenta un carácter correspondiente. No existen diferencias importantes en la fuerza de los músculos de las piernas de chicos y chicas de la misma edad, pero la fuerza de los músculos del tronco y de los brazos es a partir de los 7 años muy superior en los chicos que en las chicas. Posteriormente, cuando los chicos llegan a los 1,50 m de altura y más (lo cual se observa hacia los 13 años cuando empieza la maduración sexual) se produce una aumento de fuerza de algunos grupos musculares, sobre todo de los brazos (ilustr.22).



Ilustr.22. *Cambio de la máxima fuerza voluntaria del flexor del tronco (1) y de los músculos de los brazos (2) en chicos y chicas con aumento de la altura (Zimkin, 1975).*

LA EFICACIA DE LOS DISTINTOS MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE FUERZA Y PARTICULARIDADES DE SU UTILIZACIÓN

Un particular interés para la práctica deportiva reviste la evaluación de los distintos métodos de entrenamiento para desarrollar la fuerza, así como de las oportunas opciones de su correlación en el proceso de la preparación de los deportistas. La utilización de los distintos métodos puede hacer variar la magnitud de las resistencias, la velocidad de los movimientos, la magnitud de los ángulos articulatorios, la cantidad de repeticiones de cada serie o la duración de la tensión muscular, la cantidad de intentos en cada serie, el orden de la acción de los ejercicios en los distintos músculos y grupos musculares, la duración y el carácter de

las pausas entre los intentos, las series y cada sesión de entrenamiento. La aplicación de distintas sobrecargas, resistencias y máquinas especiales de musculación contribuye a variar la preparación de fuerza. El carácter específico de cada modalidad deportiva con todo su arsenal de movimientos diversifica todavía más el volumen de medios de la preparación de fuerza, haciéndolo prácticamente inabarcable.

Sin embargo, a pesar de la variedad de medios, métodos y técnicas, la planificación de los componentes básicos (régimen de trabajo muscular, magnitud de las resistencias, velocidad de los movimientos, etc.), debe llevarse a cabo de acuerdo estrictamente con las exigencias del método en el que se basa un tipo de fuerza concreto teniendo en cuenta el carácter específico de un deporte determinado. Al analizar la eficacia de los distintos métodos de desarrollo de la fuerza y de sus regímenes de actividad muscular, cabe recordar que la mayor eficacia de uno u otro método o régimen se manifiesta en las condiciones de la actividad del aparato nervioso y locomotor en las cuales se ha llevado a cabo el entrenamiento.

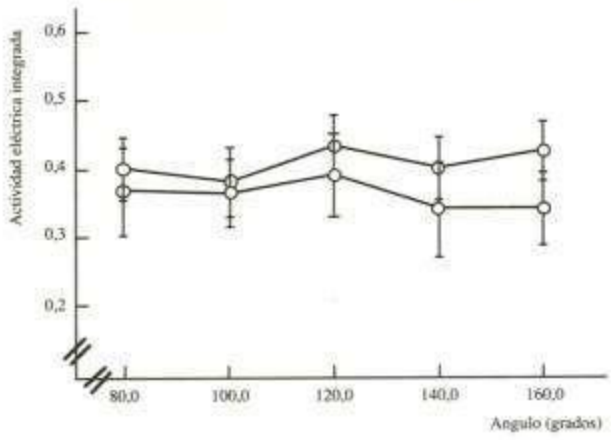
El aumento de la fuerza como resultado del entrenamiento que utiliza uno de los métodos puede ser evaluado objetivamente cuando se lleva a cabo el test con el mismo método. El no utilizar un test con el mismo método hizo que especialistas llegasen a resultados y conclusiones inexactos. Constataron más de una vez la ventaja de un método sobre otro como resultado de la aplicación de otro test. Por ejemplo, la susodicha ventaja de los ejercicios estáticos respecto a los ejercicios dinámicos de carácter concéntrico se debía a que los tests de fuerza se hacían en régimen isométrico. Entonces si los tests se realizaban en régimen dinámico, presentaban carácter contradictorio. Dicha situación se producía también a menudo con investigaciones comparativas de la eficacia del método isotónico con regímenes de trabajo excéntrico o concéntrico, del método isotónico y isocinético. Ello dificulta considerablemente el análisis de los estudios correspondientes, sobre todo porque numerosos especialistas llegaban a conclusiones totalmente contradictorias al ratificar la eficacia comparada de cada método.

La influencia de los métodos modernos del desarrollo de la fuerza en el aumento de las posibilidades de fuerza ha sido estudiada por numerosos autores y hallamos una gran variedad de resultados sobre esta cuestión: desde 10-15% por semana de entrenamiento hasta la ausencia del efecto percibido. Dichas diferencias se deben a distintos motivos: las particularidades de la edad y sexo de los deportistas, sus individualidades (en primer lugar, la estructura del tejido muscular), el nivel inicial de la preparación de fuerza. Por ejemplo, los deportistas poco entrenados al trabajo de fuerza son capaces durante varios meses de asegurar un incremento de fuerza semanal superior al 10%, mientras que en los deportistas que poseen un alto nivel de fuerza dicho incremento semanal apenas supera el 0,5-1,5%.

Cuando se comparan los distintos métodos, es preciso tener en cuenta que, durante la ejecución de los distintos ejercicios que permiten desarrollar la fuerza, es imposible lograr que todos los músculos trabajen en el mismo régimen. Se puede hablar tan sólo de la ventaja de utilización de uno u otro régimen. En cualquier ejercicio (excepto el ejercicio estático) unos músculos ejecutarán un trabajo dinámico de carácter concéntrico, otros de carácter excéntrico, los terceros realizarán un trabajo estático. El análisis fue dificultado también por la imposibilidad de unificar correctamente los programas de entrenamiento, basados en la utilización de distintos métodos según la magnitud de las cargas con criterios externos (duración del trabajo, cantidad de repeticiones, series, etc.) o con criterios internos (reacción del aparato nervioso y muscular, del sistema de suministro de energía, etc.). Sin embargo, es imposible olvidar que numerosas investigaciones tratan sobre esta cuestión en el campo de la morfología deportiva, de la fisiología, de la teoría y metodología de la preparación deportiva. También se ha acumulado mucha experiencia en la investigación de los distintos métodos de la práctica deportiva. Todo ello permite dar las características comparativas de los distintos métodos con un gran margen de seguridad.

Algunos especialistas han expresado la opinión según la cual el método isométrico es más eficaz para desarrollar la fuerza que los demás. Esta opinión se fundamenta en el punto de vista según el cual el desarrollo de la fuerza es una función de la tensión muscular, mientras que un trabajo estático debe provocar una mayor activación de las unidades motoras. Sin embargo, la comparación que han realizado diversos investigadores sobre el nivel de activación de los músculos con una máxima contracción isométrica y con un esfuerzo concéntrico demuestra la ventaja del trabajo isotónico en régimen concéntrico (ilustr.23).

Hay que tener en cuenta que la ejecución de los ejercicios con la ayuda del método isométrico no va acompañada de un estiramiento de los músculos y de los ligamentos, de un cambio de longitud



Ilustr.23. *Actividad eléctrica media máxima integrada de tres músculos extensores de la rodilla con distintos ángulos durante las contracciones musculares máximas isométrica (1) y concéntrica (2) en los halterófilos (las mediciones concéntricas se efectuaron en una máquina de musculación y entrenamiento de la marca «David» con distintas resistencias).*

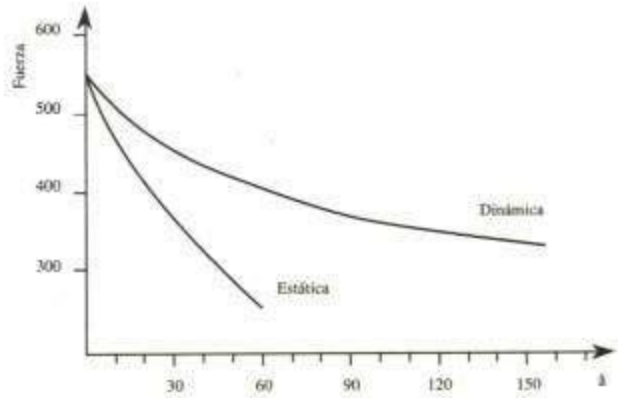
de los músculos, de un cambio en la coordinación inter e intramuscular que caracterizan el trabajo dinámico, lo cual disminuye bastante la eficacia del método isométrico.

Las investigaciones de una serie de autores demuestra de forma bastante convincente que en general los métodos basados en la aplicación del trabajo dinámico superan el isométrico por la eficacia de la acción en el sistema muscular y en la correlación del desarrollo de los distintos tipos de fuerza.

Sin embargo, también son fidedignas las obras que no lograron corroborar una ventaja clara del entrenamiento concéntrico respecto al isométrico. Por ejemplo, Coleman (1972) llevó a cabo un experimento comparativo de 12 semanas de duración (se hicieron tres sesiones semanales) para comprobar la eficacia de los métodos mencionados, intentando evitar al máximo los errores de organización del experimento. Ambos grupos demostraron resultados casi idénticos: en el grupo que aplicó el método concéntrico, el aumento de la fuerza fue de 0,92% por sesión, mientras que en el grupo que aplicó el isométrico, fue de 0,91%. Gondola (1974), Rosentswieg y Hinson (1972) llegaron a los mismos resultados, utilizando además el análisis de los electromiogramas integrados.

La utilización del método isométrico de desarrollo de la fuerza en el sistema de la preparación de fuerza obedece, no sólo a la posibilidad de la acción profunda local en cada grupo muscular, lo cual ya hemos destacado, sino al hecho que el método isométrico es más eficaz para personas que presentan un alto nivel de desarrollo de las cualidades de fuerza (Noble y McGraw, 1973) y ello puede ser útil para la posterior estimulación de la adaptación del sistema muscular a las cargas de fuerza. Cabe destacar que el régimen isométrico es más racional para las etapas iniciales de la preparación ya que permite lograr importantes desviaciones, implicando menos esfuerzos que el entrenamiento en otros regímenes (Atha, 1980).

Para determinar la duración de la ejecución de los ejercicios de carácter isométrico, es preciso tener en cuenta que el trabajo estático provoca un aumento mucho más rápido de la fatiga que el dinámico (ilustr.24).



Ilustr.24. *Curvas de la fatiga durante la ejecución de un trabajo dinámico y otro estático (Hartmann y Tünemann, 1988).*

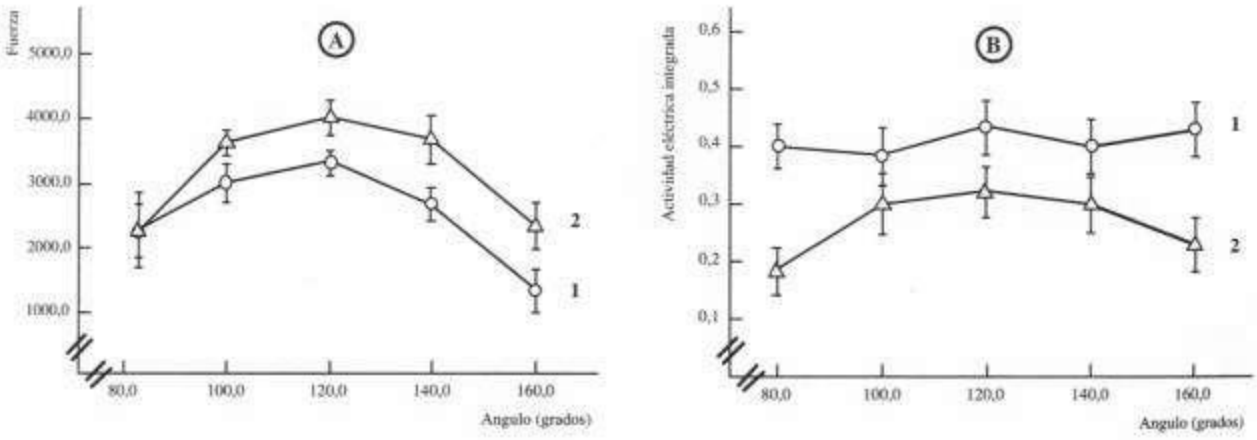
Sin embargo, las reacciones de recuperación después de un trabajo estático transcurren como después de un trabajo dinámico, lo cual debe tenerse en cuenta para determinar la duración de los intervalos de descanso entre cada ejercicio.

El método excéntrico se aplica ampliamente en el proceso de la preparación de fuerza porque permite lograr un aumento de la fuerza bastante grande. Por ejemplo, Johnson (1972), tras un entrenamiento de 8 semanas de duración, descubrió un aumento de fuerza de un 2,07% en una sesión de entrenamiento al comprobar las posibilidades de fuerza de los músculos de las extremidades superiores e inferiores entrenados en régimen excéntrico con sobrecargas del 120% y la máxima cantidad de repeticiones. Otros autores que han estudiado esta cuestión (Moore, 1971; Komi y Buskirk, 1972; Johnson et al., 1976) descubrieron asimismo un importante aumento de la fuerza. Sin embargo, según el volumen del

trabajo de entrenamiento de los músculos sometidos a dicha acción y según el nivel de fuerza de partida, el aumento de la fuerza (considerando la eficacia de una sesión) oscilaba entre 0,3-0,5% hasta 3-5%.

Una tensión importante en un músculo previamente estirado contribuye a formar la energía de los componentes elásticos del músculo que se suma a la fuerza que surge como resultado de la contracción reducida de los músculos. El resultado de la utilización de la energía de los componentes elásticos de los músculos es el desarrollo de una gran fuerza en poco tiempo, lo cual es especialmente importante para lograr altos índices de fuerza-velocidad (Bosco, 1985; Gambetta, 1987). Sin embargo, es preciso tener en cuenta que una tensión fuerte del músculo previamente estirado permite una restitución elástica de la fuerza sólo en una rápida transición entre el estiramiento y la contracción del músculo. En esta ley se basa el así llamado entrenamiento pliométrico.

Para generalizar los resultados de las investigaciones para estudiar la eficacia comparativa del entrenamiento en régimen isotónico mediante la aplicación del trabajo concéntrico o excéntrico, es posible afirmar a ciencia cierta que ambas variantes son muy eficaces para desarrollar la fuerza máxima. La mayoría de los especialistas opinan que la aplicación tanto del trabajo concéntrico como del trabajo excéntrico provoca resultados más o menos idénticos, aunque algunos autores (Bonde-Petersen, 1960; Ferris, 1972) observan que el régimen excéntrico es poco eficaz. En cuanto a la eficacia comparativa del trabajo en regímenes concéntrico y excéntrico, hay que decir que la actividad electromiográfica de los músculos con cargas concéntricas es mucho mayor que con las cargas excéntricas (ilustr.25).



Ilustr.25. *Fuerza (a) y actividad eléctrica integrada de tres músculos extensores de la rodilla (b) con distintos ángulos de la rodilla de halterófilos en condiciones de una carga 100% concéntrica (1) y 120% excéntrica (2).*

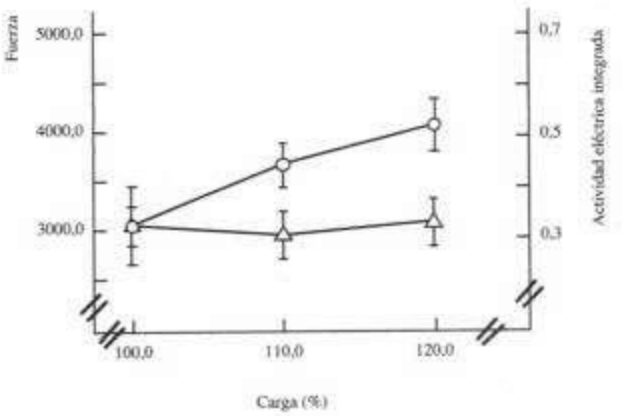
Sin embargo, ello no excluye que no sea oportuno utilizar en la preparación de fuerza de los deportistas el trabajo en régimen excéntrico, particularmente para aumentar las propiedades elásticas de los músculos (Hakkinen et al., 1985).

Para planificar los ejercicios en régimen excéntrico, es preciso tener en cuenta los resultados del interesante trabajo de Hakkinen et al. (1988) donde se demuestra la actividad eléctrica muscular con distintos índices de fuerza excéntrica (ilustr.26 y 27).

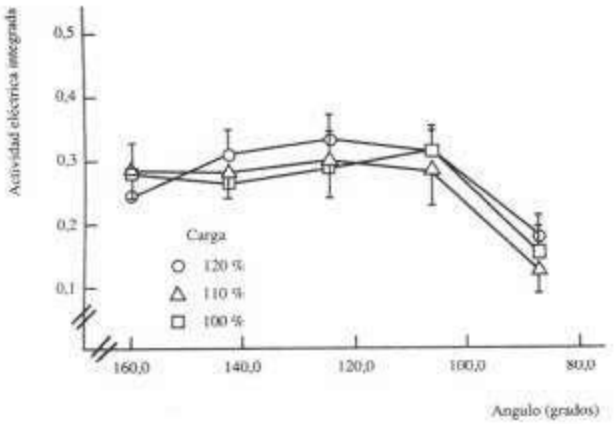
Como podemos ver, la actividad eléctrica muscular integrada no varía cuando aumenta la carga de 100% hasta 120% desde el máximo nivel de fuerza desarrollada en régimen concéntrico. Ello demuestra una vez más que el aumento de la fuerza con un trabajo excéntrico se debe a la utilización de la energía de las propiedades elásticas de los músculos cuya capacidad de movilización aumenta notablemente cuando se utilizan grandes sobrecargas.

Los ejercicios dinámicos son mucho más eficaces cuando se ejecutan tanto en régimen concéntrico como en régimen excéntrico y cuando no se utiliza sólo uno de los regímenes.

Las investigaciones de Hakkinen (1989) nos permiten ilustrarlo, ya que demuestran que un entrenamiento racional de los músculos extensores de las piernas resulta más eficaz cuando se aplican distintas combinaciones de trabajo con-



Ilustr.26. *Fuerza media (1) y valores medios de AEM (actividad eléctrica muscular) integrada (2) de tres músculos extensores de la rodilla con una contracción excéntrica (total amplitud del movimiento de la rodilla) en halterófilos según la magnitud de la carga (Hakkinen, Komi y Kauhanen, 1988).*

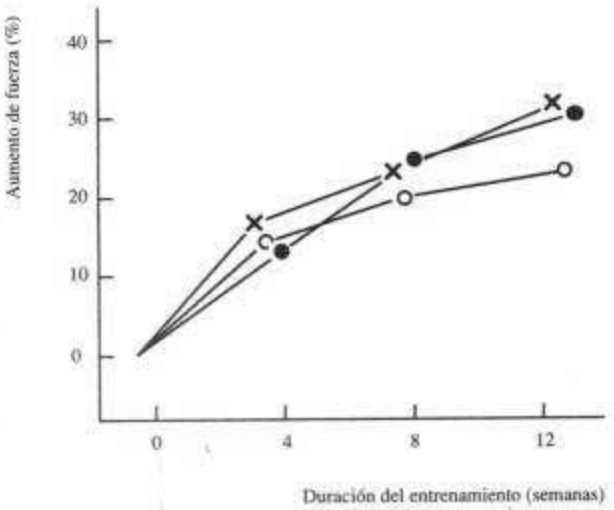


Ilustr.27. *Actividad eléctrica máxima media de tres músculos extensores de la rodilla de halterófilos con un trabajo excéntrico en una máquina de musculación «David» con distinta resistencia y carga (Hakkinen, Komi y Kauhanen, 1988).*

céntrico (resistencias del 80-100% del máximo concéntrico) y excéntrico (resistencias del 100-130% del máximo concéntrico) que con únicamente trabajo concéntrico (ilustr.28).

Los ejercicios con sobrecarga variable pueden provocar el aumento de la fuerza con distintos ángulos articulatorios, lo cual hasta cierto punto mitiga los defectos de los métodos concéntrico y excéntrico en relación al método isométrico y con el método de las resistencias alternas.

Es conveniente prestar especial atención a la velocidad de los movimientos. Los movimientos



Ilustr.28. *Aumento de la fuerza de los músculos extensores del muslo bajo la influencia del entrenamiento utilizando el trabajo concéntrico: 1; concéntrico (50% del volumen total) y excéntrico (50% del volumen total): 2; excéntrico (75% del volumen total) y concéntrico (25% del volumen total): 3*

rápidos no son eficaces para desarrollar la fuerza máxima porque provocan una brusca disminución de la duración de la acción de la sobrecarga. La carga es grande en la fase inicial y luego disminuye bruscamente.

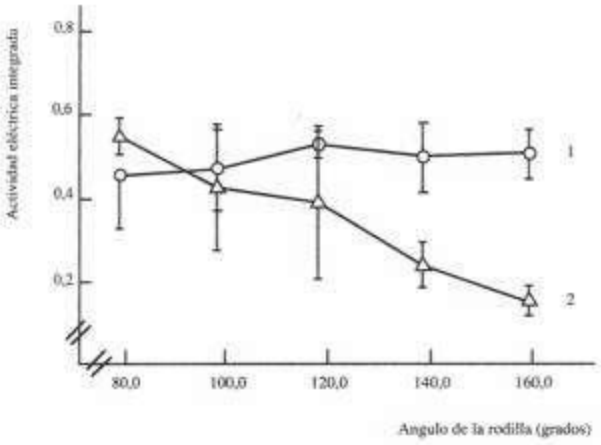
Sin embargo, ello se observa solamente cuando en los distintos intentos los movimientos se ejecutan desde distintas posiciones de partida (con distintos ángulos de las articulaciones), lo cual presupone también diferencias en la amplitud de los movimientos durante la ejecución de ejercicios análogos. Por ejemplo, durante la ejecución de un ejercicio tradicional para desarrollar la fuerza del bíceps, es posible utilizar cuatro posiciones de partida (180°, 150°, 120°, 90°) lo cual supone diferencias en la amplitud de los movimientos y en la magnitud de la sobrecarga. Es evidente que para ejecutar ejercicios en estas condiciones es preciso utilizar soportes especiales.

Los resultados de la comparación de la eficacia de los métodos concéntrico y isocinético dependen de la velocidad a la que se ejecutan los movimientos en régimen isotónico. Davies (1977) llevó a cabo un entrenamiento de 7 semanas de duración con dos grupos de 16 deportistas, aplicando distintas variantes de los métodos concéntrico y excéntrico. Los resultados son de un gran interés práctico: el entrenamiento en régimen concéntrico desde el 90% con el máximo de repeticiones con 5 repeticiones resultó mucho más eficaz que el entrenamiento en régimen isocinético a ritmo rápido (durante 1 seg) o a ritmo

moderado (2,5 seg), pero es algo inferior cuando los movimientos se efectuaron más lentamente (4 seg). Estos resultados fueron corroborados en las investigaciones de Gondola (1974), Gettman et al. (1979).

La explicación de la mayor eficacia del entrenamiento isocinético con poca velocidad respecto al entrenamiento dinámico se debe, según Rosentswieg y Hinson (1972), a que la aplicación del método isocinético provoca una gran actividad eléctrica en los músculos en activo.

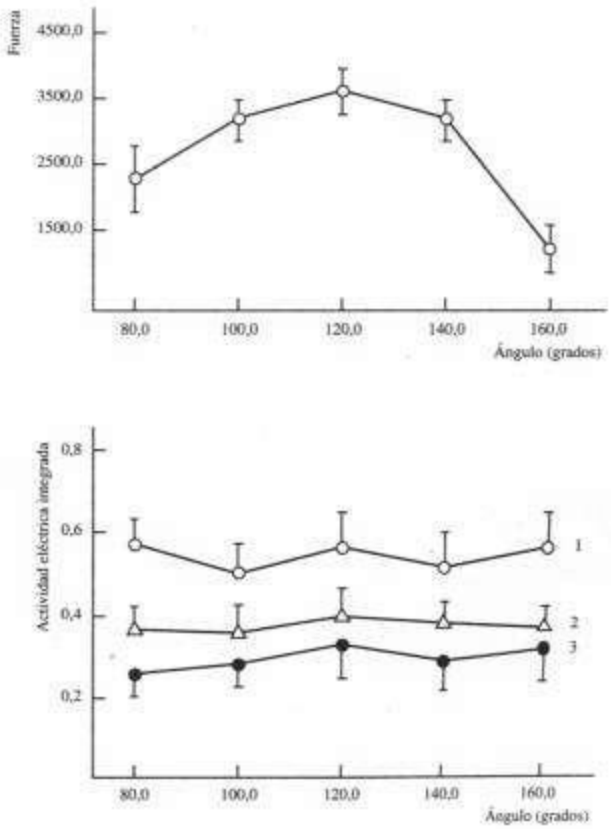
El entrenamiento en régimen isocinético crea condiciones preferibles para una gran actividad muscular durante toda la amplitud del movimiento. Esto no es factible cuando se ejecutan ejercicios con sobrecargas, en particular con pesas, lo cual han demostrado las investigaciones sobre la actividad eléctrica de los músculos extensores de la rodilla (pierna recta después de la ejecución de flexiones con las pesas y en el trabajo isocinético en máquina de musculación, Hakkinen, Komi y Kauhanen, (1988)).



Ilustr.29. *Actividad eléctrica máxima media de los músculos (AEM integrada) de tres músculos extensores de la rodilla en trabajo concéntrico (carga del 100%) en la máquina de musculación con resistencia variable (1) y con flexiones con las pesas (carga del 100%) en los halterófilos (2).*

Como demuestran los datos que figuran en la ilustración 29, durante la ejecución de un ejercicio en la máquina de musculación se observó una actividad más intensa de los músculos. La activación de los músculos extensores de la rodilla con un ejercicio máximo con las pesas correspondió a la activación durante el trabajo en máquina con resistencia variable únicamente con pequeños ángulos. Durante la extensión de la rodilla, la actividad eléctrica muscular integrada disminuyó sustancialmente durante el ejercicio con las pesas. El papel menos importante de los músculos extensores de la rodilla durante el trabajo con las pesas se debe en gran parte al papel activo de los músculos extensores del muslo. Por ello, cuando se utilizan flexiones con pesas para aumentar la fuerza de los extensores de la rodilla, es preciso planificar la carga de forma exclusiva, de acuerdo con los distintos ángulos de la rodilla.

Asimismo es importante recordar que la actividad eléctrica muscular en el trabajo de régimen isocinético permanece al nivel máximo independientemente de los cambios de la fuerza demostrada y del ángulo articular (ilustr.30).

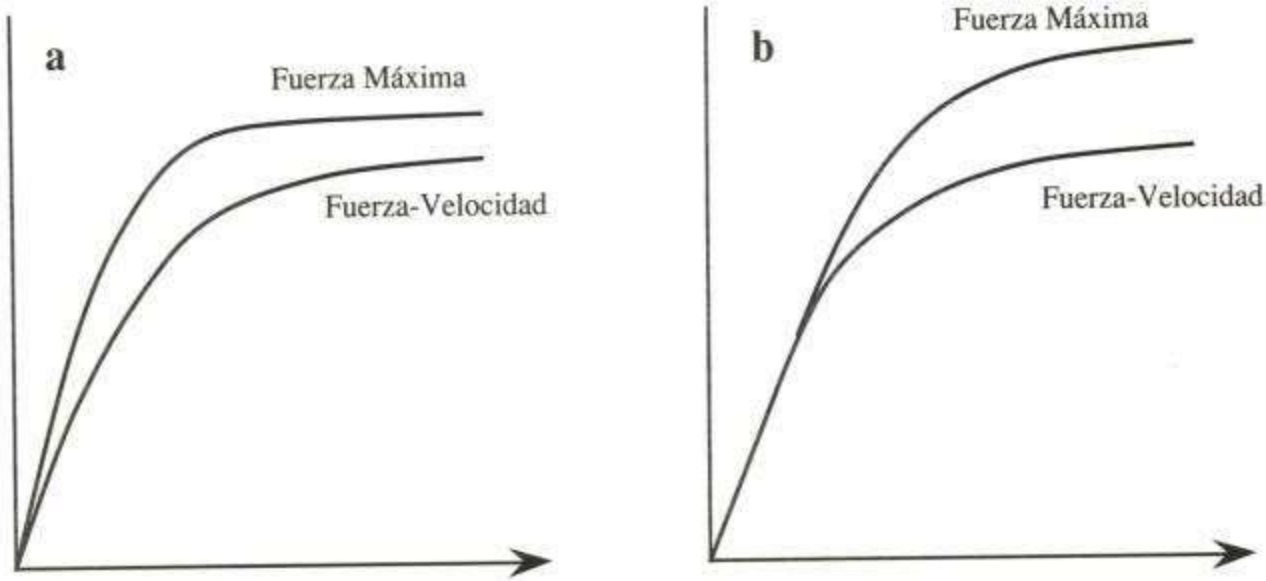


Ilustr.30. *Dinámica de la fuerza máxima (a) y de la actividad eléctrica de los músculos (1, 2, 3: (b) durante la extensión de la rodilla con una carga máxima en la máquina de musculación y con resistencia variable.*

Ello demuestra que los impulsos nerviosos hacia los músculos fueron muy intensos durante dicho trabajo en toda la amplitud de los movimientos, lo cual se debe a que se vence una resistencia máxima en distintos ángulos articulatorios.

Cuando se compara la eficacia de los métodos concéntrico y pliométrico, es preciso tener en

cuenta la distinta finalidad de la acción de dichos métodos. La acción del método concéntrico se debe principalmente a la adaptación del tejido muscular, mientras que la del método pliométrico aumenta la eficacia del sistema nervioso. Por ejemplo, Sale (1988) analizó la acción de dichos métodos en el aumento de la fuerza máxima, de la fuerza-velocidad y el cambio de la AEM integrada. Demostró que el entrenamiento pliométrico, basado en ejercicios de saltos explosivos, provoca un aumento importante de la capacidad de alcanzar rápidamente índices casi extremos de fuerza con un aumento moderado de la fuerza máxima (ilustr.31a).

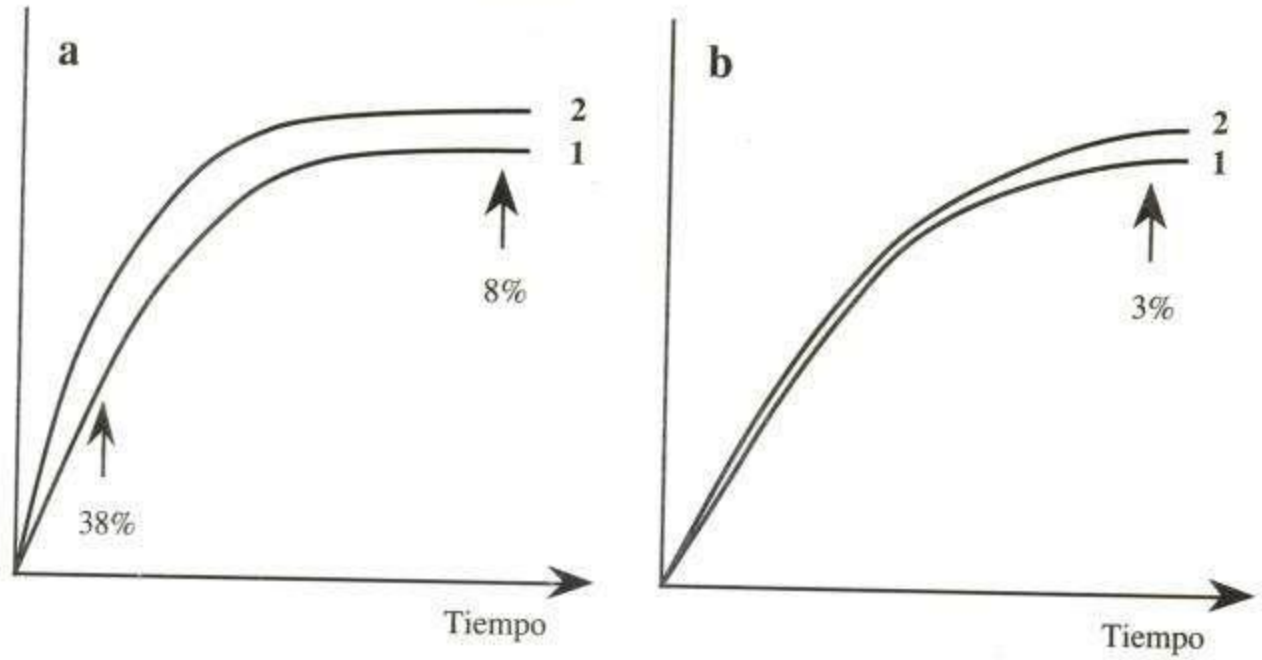


Ilustr.31. *Dinámica del aumento de la fuerza como resultado del entrenamiento de método pliométrico (a) y concéntrico (b). 1: antes del entrenamiento; 2: después del entrenamiento (en el primer caso el aumento de la fuerza-velocidad fue de un 24%, de la fuerza máxima de un 11%; en el segundo caso, el aumento de la fuerza-velocidad fue de 0,4%, de la fuerza máxima de un 27%).*

El entrenamiento que utiliza el método concéntrico (flexiones, apretar las piernas, etc.) con grandes sobrecargas, por el contrario, provoca un fuerte aumento de la fuerza máxima, pero no es ineficaz en cuanto a la fuerza-velocidad (ilustr.31b). El aumento de la fuerza-velocidad con el método pliométrico se debe al brusco aumento de la intensidad de impulsión de los músculos que se refleja en los índices de la AEM integrada (ilustr.32a, b).

En el primer caso, la intensidad de la impulsión al principio del trabajo aumentó en un 38% y, al alcanzar la impulsión tetánica, en un 8%; en el segundo caso, se observa un pequeño aumento de la activación (3%) solamente cuando se alcanza la contracción tetánica.

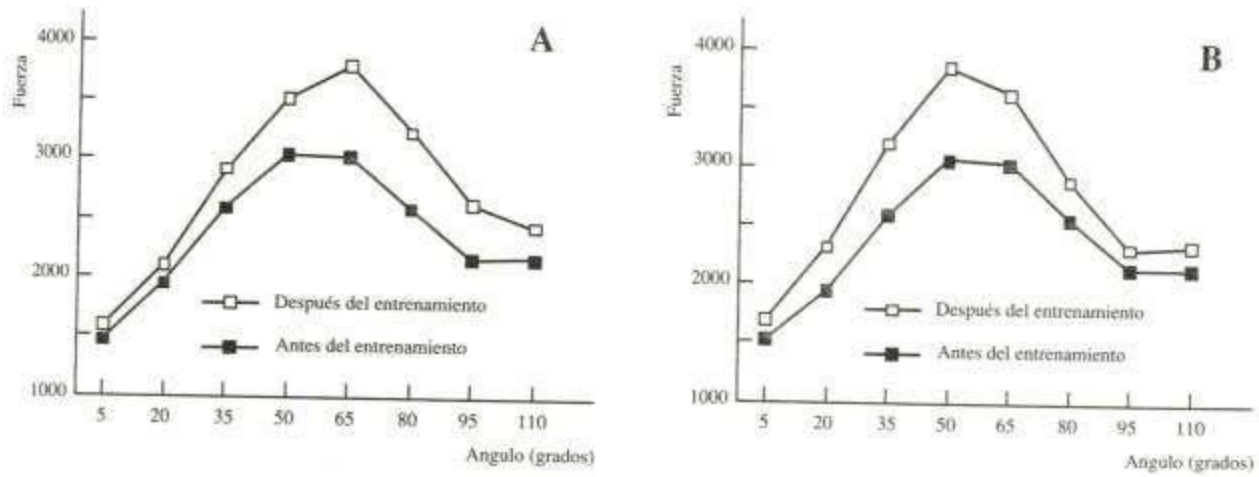
De gran importancia para el método de la preparación de fuerza es también la elección racional de los ángulos articulares durante la ejecución de distintos ejercicios. La magnitud de la tensión de los músculos, la cantidad de unidades motoras que intervienen en el trabajo, las particularidades de la actividad de los músculos agonistas y antagonistas, el suministro nervioso de los músculos y de las articulaciones obedecen en gran parte al ángulo articular. Las investigaciones demuestran (Rohmert y Muller, 1967; Lindh, 1979) que se observa el mayor aumento de fuerza en el ángulo articular en el que se lleva a cabo el entrenamiento. Con otros ángulos la acción del entrenamiento es menos visible. Este hecho puede ser relacionado con las investigaciones de Graves et al. (1989) que demuestran la presencia de unos efectos de entrenamiento especiales respecto al desarrollo de la fuerza máxima de los músculos extensores de la rodilla después de un entrenamiento de 10 semanas (2-3 sesiones semanales, magnitud de la resistencia: 7-10 número máximo de repeticiones) en régimen dinámico y con amplitud limitada del movimientos. Los 59 deportistas estudiados fueron repartidos en tres grupos: el primer grupo (a) entrenó con una flexión limitada de la rodilla entre 120-60°; el segundo grupo (b), entre 60 y 0°. Como demuestran los resultados de



Ilustr.32. *Cambio de la AEM integrada con el entrenamiento con métodos pliométrico (a) y concéntrico (b). 1: antes del entrenamiento, 2: después del entrenamiento.*

la ilustración 33, el aumento de la fuerza fue importante en lo que a la amplitud de movimiento trabajada se refiere.

Las diferencias de fuerza que se observan con los distintos ángulos son tanto una función de palanca (Rosentswieg y Hinson, 1972) como un reflejo de la distinta actividad neuromuscular que se produce con distintas posiciones de la articulación (Williams et al., 1978). Sin embargo, independientemente de los mecanismos de las diferencias de fuerza con distintos ángulos articulares, es evidente la necesidad de planificar, para desarrollar dicha cualidad, la carga de los músculos según toda la gama del movimiento independientemente de si se aplica un régimen estático o dinámico de trabajo muscular. Al mismo tiempo se descubre una correlación bastante alta entre los índices de la máxima fuerza estática con un determinado ángulo articular y la máxima fuerza isotónica (tanto en régimen de trabajo concéntrico



Ilustr.33. *El aumento de la fuerza de los músculos extensores de la rodilla en deportistas que entrenaron con distintos ángulos de flexión de la rodilla: grupo A: 120-60°; grupo B: desde 60° hasta 0° de amplitud de flexión.*

como en excéntrico) a cualquier velocidad de movimiento para el mismo ángulo (Amussen, Hanson y Lamment, 1965).

En el proceso de la preparación de fuerza es muy importante lograr un desarrollo equilibrado de los músculos que aseguran la ejecución de movimientos contrarios. Por ejemplo, un trabajo intenso para desarrollar la fuerza de los músculos flexores del tronco supone la necesidad de ejecutar un trabajo análogo para desarrollar los extensores del tronco. El aumento de la fuerza de los flexores del hombro exige aumentar la fuerza de los músculos extensores, etc. Si no se logra la correspondencia entre el desarrollo de los grupos musculares contrarios, pueden surgir consecuencias negativas: alteraciones de la figura, posición incorrecta de las articulaciones y mayor número de lesiones de los tendones y de los cartílagos de las articulaciones.

La eficacia del método isocinético y de resistencia variable se debe en gran parte a la velocidad de los movimientos. Los datos de la bibliografía especializada se contradicen sobre este tema.

Algunos autores (Pipes y Wilmore, 1975) opinan que, independientemente de la velocidad con que se comprueba la fuerza, una mayor velocidad de ejecución de los ejercicios contribuye a un mayor aumento de la fuerza.

Sin embargo, es mucho más convincente el punto de vista de otros especialistas que, al estudiar la eficacia del método isocinético con distinta velocidad de los movimientos en la articulación, llegan a la conclusión contraria: el entrenamiento a poca velocidad es más eficaz. Por ejemplo, Oteghen (1975) estudió la eficacia del método isocinético para aumentar la fuerza máxima de los músculos extensores de las extremidades inferiores de los jugadores de voleibol. Con una amplitud de movimiento de 140°, se produjo un aumento de la fuerza durante la ejecución de ejercicios a velocidad de 70°/seg. Una gran velocidad (350°/seg) resultó ineficaz. En las investigaciones en las que se utilizaron velocidades de 60°/seg y 120°/seg, se confirmó que una velocidad más baja hace aumentar mucho la fuerza independientemente de la valoración de la fuerza (en regímenes isotónico o isocinético (Gettman y Avres, 1978). Con la ejecución de los ejercicios con ritmo rápido (1 seg), moderado (2,5 seg) y lento (4 seg), se estableció que el entrenamiento a poca velocidad es mucho más eficaz para desarrollar la fuerza máxima (Davies, 1977). Estos resultados son fácilmente comprensibles si recordamos la importancia que tiene la magnitud de la resistencia vencida para un desarrollo eficaz de la fuerza máxima. Una tensión máxima o casi máxima de los músculos cuando se utiliza el método isocinético se logra únicamente cuando la fuerza de la resistencia va cediendo lentamente frente a la fuerza aplicada. Durante la ejecución de los movimientos a gran velocidad, el músculo no tiene tiempo ni de desarrollar una máxima tensión ni de mantener la tensión desarrollada.

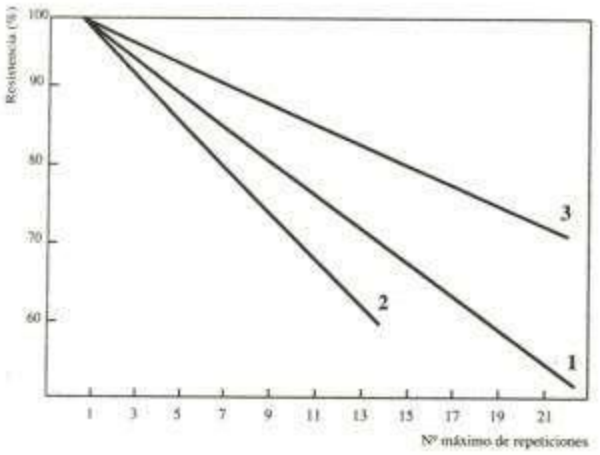
Sin embargo, la poca eficacia del régimen isocinético durante la ejecución de ejercicios a gran velocidad para desarrollar la fuerza máxima no significa que no haya que utilizar dichos ejercicios en la preparación de fuerza de los deportistas. Por el contrario, es muy eficaz cuando se plantea el objetivo de desarrollar la fuerza-resistencia de los músculos que soportan la carga fundamental en las modalidades cíclicas (remo, natación, etc.), o para aumentar la capacidad de realizar el potencial de fuerza en condiciones de una actividad muscular específica. Ello se refiere tanto al trabajo de carácter cíclico que no exige índices extremos o casi extremos de fuerza durante la ejecución de los movimientos fundamentales como al trabajo de carácter acíclico con esfuerzos de carácter explosivo. Por ejemplo, el entrenamiento isocinético de los músculos extensores a alta (130°/seg) y muy alta (hasta 360°/seg) velocidad es más eficaz para el aumento de la fuerza-velocidad que el entrenamiento a poca velocidad (Perrine y Edgerton, 1975, Prins, 1978; Stevens, 1980).

Al utilizar distintos métodos, el trabajo de fuerza se lleva a cabo aplicando resistencias constantes o alternas. Una serie de autores (Pipes, 1978; Stone et al., 1979; Rogers et al., 1980) estudiaron la eficacia del entrenamiento con resistencia constante durante largos experimentos pedagógicos. Los resultados de las investigaciones demuestran la gran eficacia de ambos regímenes. Por otra parte, es difícil determinar la supremacía de uno de ellos. Las diferencias se debieron ante todo a la diferencia de los tests. Cuando el test se realizó utilizando una máquina de musculación con resistencia variable, la ventaja correspondía a los deportistas que aplicaban el régimen variable; cuando se aplicaba una resistencia constante para el control, el cuadro era totalmente distinto. Cuando se calculó el promedio de los resultados de los tests, la diferencia resultó ser insignificante. Sin embargo, estos resultados nos permiten concluir que es indispensable aplicar para la preparación de la fuerza ambos regímenes para lograr un desarrollo más completo de la fuerza y poderla realizar tanto con resistencias constantes como con resistencias alternas.

Al planificar la preparación de fuerza de los

deportistas, hay que tener en cuenta que entre la magnitud de las sobrecargas aplicadas y la cantidad de repeticiones posibles existe una relación que es bastante estable durante la ejecución de ejercicios que hacen intervenir distintos volúmenes musculares (ilustr.34).

El carácter de esta relación no se diferencia sustancialmente en las personas con distintos niveles de fuerza, de distinta edad y sexo. La utilización de dicha relación permite mediante la máxima cantidad de repeticiones con una determinada sobrecarga pronosticar el nivel máximo de fuerza, y mediante el nivel de las sobrecargas (porcentaje del máximo posible) la posible cantidad de repeticiones. Ello puede ser cómodo para el trabajo práctico porque simplifica la planificación de los programas individuales de preparación de fuerza de los deportistas. Si se estudian deportistas que sobre todo trabajan con el material del trabajo de fuerza-velocidad o de fuerza-resistencia para el trabajo de carácter glucolítico, la relación entre la magnitud de las sobrecargas aplicadas y la máxima cantidad posible de repeticiones puede adquirir otro carácter (ilustr.34). También será distinta cuando se trata de personas que han asimilado el hábito motor de forma distinta: con su perfeccionamiento, la cantidad de repeticiones va aumentando.



Ilustr.34. *Relación entre la magnitud de la sobrecarga y la cantidad de repeticiones en un intento. 1: datos medios; 2: deportistas con un alto nivel de fuerza explosiva y de fuerza máxima; 3: deportistas con un alto nivel de fuerza-resistencia de carácter glucolítico.*

EL DESARROLLO DE LA FUERZA MÁXIMA

En la práctica moderna del deporte de alto nivel, se utilizan dos vías relativamente independientes y muy eficaces para desarrollar la fuerza máxima. La primera vía supone el incremento de la fuerza mediante el perfeccionamiento de los mecanismos neurorreguladores (perfeccionamiento de la impulsión, de la coordinación intra e intermuscular) y el aumento de la capacidad, de la potencia y de la movilidad de la vía alactácida de suministro energético de la contracción muscular.

La realización de las posibilidades de esta vía de aumento de la fuerza máxima no provoca una mayor masa muscular. La adaptación de los músculos mejora el proceso del reclutamiento de las fibras ST, FTa y FTb, desarrolla la capacidad y la sincronización de la actividad de las unidades motoras y aumenta las reservas de ATP y de CP en los músculos. No menos importante es el aumento de la actividad de la ATP-asa (enzima que descompone el ATP y acelera el proceso del enriquecimiento en energía de la miosina), así como de la concentración de CP y el contenido de mioglobina en los músculos (Verjoshanski, 1988). Por otra parte, aumenta la posibilidad de descomposición y de la nueva síntesis anaeróbica del ATP, es decir, de la rápida recuperación de los grupos fosfagénicos ricos en energía, lo cual es importante para aumentar las posibilidades de contracción de los músculos sin que aumente su diámetro.

La segunda vía presupone un aumento de la fuerza máxima mediante el aumento del diámetro muscular. Ello se basa en una organización del entrenamiento que permita una intensa degradación de las proteínas de los músculos en activo. Los productos de la degradación de las proteínas estimulan la síntesis proteínica en el período de recuperación con la consiguiente supercompensación de las proteínas de contracción y el aumento de su masa.

Cada una de las vías mencionadas para desarrollar la fuerza máxima se aplica en la práctica deportiva. El carácter específico de una modalidad deportiva, las particularidades individuales de los deportistas, el nivel de partida de fuerza, dictan la necesidad de la utilización más ventajosa de una de las vías o de una aplicación conjunta en el proceso de entrenamiento. Por ejemplo, los luchadores o los halterófilos de los pesos ligeros que se plantean el problema de mantener o disminuir la masa corporal, se ven obligados en su preparación de fuerza a escoger la primera vía. Al mismo tiempo, en el entrenamiento de los pesos pesados, los lanzadores de martillo y los lanzadores de peso suelen utilizar la segunda vía. Los velocistas, los remeros y los jugadores de hockey suelen tener tendencia a aumentar la fuerza máxi-

ma tanto aumentando la masa muscular como perfeccionando la coordinación intra e intermuscular, incrementando sobre todo la potencia, la capacidad y la movilidad de las fuentes alactácidas de energía.

Para desarrollar la fuerza máxima se utilizan prácticamente todos los métodos de la preparación de fuerza excepto el pliométrico. La generalización de la bibliografía especializada y de la experiencia de la preparación de fuerza de los mejores deportistas permite determinar la correlación ideal de ejercicios ejecutados con distintos métodos: concéntrico: 35-40%, excéntrico: 15-20%, isométrico: 10-15%, isocinético: 10-15%, de resistencia variable: 20-25%. Cuando se plantea la cuestión de aumentar el diámetro muscular, aumenta el volumen de ejercicios ejecutados con el método de resistencia variable hasta un 30-35% y disminuye un tanto el volumen de trabajo con métodos isométrico, excéntrico e isocinético. Si se quiere aumentar el nivel de la fuerza máxima perfeccionando la coordinación intra e intermuscular con una disminución proporcional de ejercicios ejecutados mediante otros métodos.

Caracterizaremos las principales exigencias para planificar cada componente de la carga durante el trabajo destinado a desarrollar la fuerza máxima.

Para desarrollar la fuerza máxima sin que aumente la masa muscular, la magnitud de la sobrecarga oscila en una amplia gama: entre 50-60% hasta 90-100% del nivel de la fuerza máxima, con trabajo excéntrico: desde 70-80% hasta 120-130%. Cabe tener en cuenta que las sobrecargas extremas y casi extremas son preferibles para perfeccionar la coordinación intramuscular, pero poco eficaces para mejorar la coordinación intermuscular. El ritmo óptimo de los movimientos debe ser moderado: 1,5-2,5 seg para cada repetición. Cuando se utiliza el método isométrico de trabajo, es necesaria una tensión de 3-5 seg de duración.

La cantidad de repeticiones obedece a la magnitud de las sobrecargas. Cuando las sobrecargas constituyen el 90-100% del máximo nivel de fuerza, la cantidad de repeticiones en cada intento es de 1 a 3. Una disminución de las sobrecargas permite aumentar la cantidad de repeticiones. Por ejemplo, si las sobrecargas son del 50-60%, la cantidad de repeticiones aumenta hasta 10-12.

Las pausas entre los intentos son largas: hasta 2-6 min y en cada caso concreto deben permitir recuperar las reservas anaeróbicas alactácidas y la capacidad de trabajo de los deportistas. Para determinar las pausas, es conveniente basarse en los datos de la frecuencia de las contracciones cardíacas que se recupera más o menos al mismo tiempo que la capacidad de trabajo. Es deseable llenar las pausas con un trabajo de poca intensidad, con ejercicios de relajación y estiramiento y con automasaje muscular.

Presentamos a continuación varios ejercicios eficaces para aumentar la fuerza máxima sin un importante incremento de la masa muscular, todos ellos recomendados por Verjoshanski (1988):

1. Se ejecutan 2-3 movimientos con peso al 90-95% del máximo. Cabe destacar dos regímenes de trabajo muscular: en uno, todos los movimientos se efectúan sin relajamiento de los músculos entre cada repetición (por ejemplo, en la sentadillas el aparato se mantiene todo el tiempo sobre los hombros); en otro régimen, después de la ejecución del movimiento, se coloca en apoyo durante algunos segundos para relajar los músculos durante un instante. Ambos regímenes son eficaces para desarrollar la fuerza máxima, pero el segundo perfecciona más la capacidad de hacer una esfuerzo «explosivo» y la de relajar los músculos.

2. Se hacen en 5 series: (a) 3 repeticiones con una sobrecarga del 90%; (b) 1 repetición al 95%; (c) 1 repetición al 97%; (d) 1 repetición al 100%; (e) 1 repetición con el 100% más 1-2 kg. O en 4 series de una repetición: (a) al 90%; (b) al 95%; (c) al 100%; (d) al 100% más 1-2 kg. Entre las series se hace un descanso de 3-4 min con ejercicios para relajar los músculos. Si el deportista cree que no podrá realizar la última serie, descansa durante 6-8 min para volver a repetir las primeras series, incluyendo la del 100%.

3. Después de un calentamiento intenso, 4-5 series con peso del 100%, con descanso libre entre cada una.

4. Trabajo en régimen excéntrico, sobrecarga del 120-130% del máximo para un ejercicio concreto. 4-5 repeticiones en 3 series con descanso entre cada una de 3-4 min. Se eleva la sobrecarga a la posición inicial con la ayuda de los compañeros.

5. Combinación de los regímenes excéntrico y concéntrico de trabajo muscular. Por ejemplo, se ejecuta una flexión con las pesas en los hombros de 130-140% de peso respecto al máximo con el cual el deportista puede levantarse desde sentado (con la haltera sobre los hombros). En las pesas hay sobrecargas especiales que tocan el suelo al final del movimiento y se retiran. Con el peso restante (cerca del 70-80% en la sentadilla) se ejecuta una rápida elevación. Se llevan a cabo 2-3 movimientos relajando necesariamente los músculos entre cada uno. En cada serie 3 movimientos con 3-5 min de descanso. En el sesión de entrenamiento se hacen 2 series con 6-8 min de descanso.

El método para aumentar la fuerza máxima incrementando el diámetro muscular presenta sus propias características. La magnitud de las sobrecargas, a pesar de no alcanzar índices extremos, llega a un 75-90% del nivel de fuerza máxima. En este caso, se logra una relación óptima entre la intensidad del trabajo muscular y la cantidad de movimientos (duración del trabajo).

Para utilizar el método isométrico, es preciso saber que en los deportistas de alto nivel, el efecto de entrenamiento se observa después de un umbral de tensión igual a un 70% del máximo nivel de fuerza, mientras que el efecto más alto se produce con tensiones que constituyen un 90-100% del máximo nivel de fuerza.

Para desarrollar la fuerza máxima, hay que basarse en la velocidad de ejecución independientemente del método que se aplica. El aumento de la velocidad del movimiento implica un aumento del aspecto de fuerza-velocidad en el entrenamiento y desplaza poco a poco hacia el desarrollo de la fuerza-velocidad. Por otra parte, un alto ritmo de movimientos puede ser ineficaz si se utiliza el método concéntrico porque en este caso los índices máximos o casi máximos se observa únicamente al principio del movimiento. En las demás fases, los músculos no reciben la carga debido a la inercia creada al principio del movimiento. Al intentar aumentar el diámetro muscular se emplean entre 3 y 6 seg para ejecutar cada movimiento. Asimismo es preciso tener en cuenta que la ejecución de grandes volúmenes de trabajo para desarrollar la fuerza máxima incrementando la masa muscular debe conllevar que los ejercicios a ritmo lento se combinen con ejercicios de fuerza-velocidad y de fuerza explosiva. De lo contrario, puede disminuir la capacidad de las fibras FTb para contraerse rápidamente porque empeora la coordinación intramuscular. Si se tiene en cuenta este peligro, el desarrollo de la fuerza máxima asegurará, al mismo tiempo, buenas premisas para desarrollar la fuerza-velocidad.

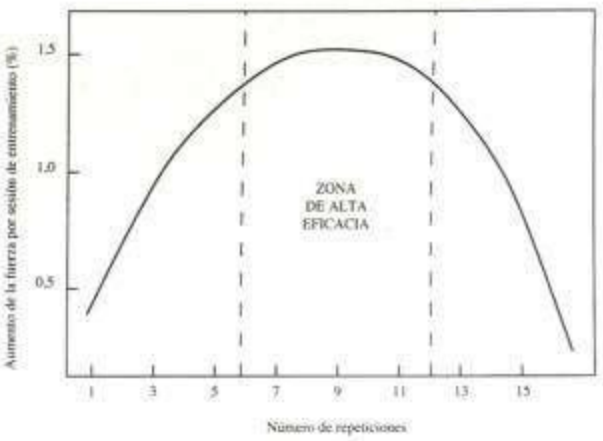
Para determinar una duración racional del trabajo en cada serie, es preciso tener en cuenta que el aumento de la masa muscular se estimula en general con un gasto intenso de ATP, CP y de las proteínas estructurales (componentes de las miofibrillas) y funcionales (enzimas, hormonas). Ello se produce cuando la cantidad de repeticiones en cada intento supone un trabajo intenso durante 25-35 seg. Durante dicho período se agotan las reservas fosfagénicas y se observa un importante gasto de proteínas. Si el trabajo es más corto (5-10 seg), las reservas de CP recuperan rápidamente el déficit de ATP y no se observa un gasto importante de proteínas estructurales y funcionales. En un trabajo prolongado (más de 45 seg), las resistencias son relativamente poco importantes; la recuperación se produce de forma eficaz mediante el glucógeno muscular. De este modo, sólo en el primer caso se logran con el proceso de recuperación una nueva síntesis de los elementos proteínicos musculares y una compensación considerable. La repetición de algunas partes del trabajo en dicha fase es un estímulo importante para aumentar la masa muscular.

Al ejecutar los movimientos en régimen dinámico, cabe tener en cuenta que la parte concéntrica del trabajo debe ser ejecutada dos veces más rápido que la parte excéntrica. Por ejemplo, hay que levantar las pesas en 1-1,5 seg y bajarlas en 2-3 seg. De este modo, son necesarios 3-4 ó 5 seg para ejecutar un movimiento y 30-45 seg para el conjunto de 10 repeticiones.

Para desarrollar la fuerza máxima, es preciso tener en cuenta que existe un determinado **optimum** entre la combinación de la magnitud de la sobrecarga y la cantidad de repeticiones, y que de este modo se aumenta el diámetro muscular. Los datos de las investigaciones científicas permiten establecer la relación entre la cantidad de repeticiones (hasta la aparición de la fatiga insuperable) y la eficacia del entrenamiento (ilustr.35).

De este modo, el entrenamiento más eficaz es el que se realiza cuando en cada conjunto de repeticiones se ejecutan entre 6 y 12 movimientos.

La duración de cada tensión muscular durante la ejecución de un ejercicio en régimen isométrico se determina por el tiempo para alcanzar las máximas magnitudes de fuerza y la capacidad de mantenerlas durante un tiempo determinado. La



Ilustr.35. *Relación entre la cantidad de repeticiones en el intento y el aumento de fuerza como resultado de una sesión de entrenamiento.*

bibliografía especializada recomienda una tensión breve (1-2 seg). Sin embargo, las investigaciones demuestran que este tiempo es insuficiente para alcanzar índices extremos de fuerza máxima. Por ejemplo, según las investigaciones de Atha (1980), los máximos valores de fuerza cuando se flexiona la articulación del codo se lograron al cabo de 1,61 seg, en la extensión de las extremidades inferiores, 4,22 seg, en la flexión de la articulación coxofemoral, 4,42 seg. De este modo, cuando es preciso alcanzar en los ejercicios tensiones máximas y casi máximas, la duración del trabajo debe ser diferenciada según el volumen de los músculos que intervienen en el trabajo y según el carácter de los ejercicios: cuando intervienen en el trabajo pequeños grupos musculares, la duración de cada ejercicio debe ser de 4-5 seg y de 7-8 seg para los grandes grupos musculares.

El carácter específico de la acción del método isocinético en el sistema muscular implica la necesidad de ejecutar una mayor cantidad de repeticiones respecto al método isotónico y el método de resistencia variable. Los resultados del método para desarrollar la fuerza máxima son mejores cuando la cantidad de repeticiones (a la misma velocidad) aumenta en un 20-30% respecto a la cantidad racional de otros métodos.

La duración de las pausas entre cada conjunto de repeticiones suele ser más breve que cuando se desarrolla la fuerza máxima, porque se aumenta la coordinación intra e intermuscular, y oscila entre 1 y 3 min. El descanso entre las series de repeticiones presenta carácter pasivo. En la práctica se aplican a veces otras opciones donde el descanso puede ser largo (hasta 4-5 min) y servir para recuperar la capacidad de trabajo. Se planifican pausas de este tipo cuando en cada conjunto de repeticiones se ejecuta un número de ellas (10-12 y la duración total del trabajo alcanza los 40-45 seg. Con una cantidad de repeticiones relativamente pequeña (4-6), se suelen planificar pausas breves (30-40 seg). Por ejemplo, se puede utilizar una serie de 3 conjuntos de repeticiones: (a) 6 repeticiones con una sobrecarga del 90% y una duración de 3 seg (en total 18 seg) para cada movimiento, descanso de 30 seg; (b) 5 repeticiones con una sobrecarga del 85% (15 seg), descanso de 30 seg; (c) 4 repeticiones con una sobrecarga del 80% (12 seg).

Cabe destacar que en la práctica deportiva se utilizan programas de entrenamiento que permiten a la vez aumentar el volumen de la masa muscular y perfeccionar la coordinación intramuscular. Se produce en este caso una alternancia de las repeticiones con distinta acción predominante. Por ejemplo, los dos primeros conjuntos de repeticiones son ejercicios para perfeccionar la coordinación intramuscular, los tres siguientes para aumentar el diámetro muscular. Tras ejecutar los ejercicios para aumentar la fuerza de un grupo muscular, el deportista pasa a trabajar los músculos de otros grupos.

Hemos expuesto anteriormente los rasgos del método para perfeccionar la fuerza máxima. La variedad de opciones de combinación de los distintos componentes de las cargas, las resistencias, las máquinas de musculación, la combinación de ejercicios en las sesiones de entrenamiento permiten aplicar una inmensa cantidad de ejercicios de fuerza y elaborar técnicas interesantes. La teoría y la práctica del culturismo son particularmente ricos porque concentran nuevos logros para aumentar el nivel de la fuerza máxima y para desarrollar la masa muscular.

EL DESARROLLO DE LA FUERZA-VELOCIDAD

Al elaborar el método de desarrollo de la fuerza-velocidad, es indispensable basarse en el perfeccionamiento de los factores fundamentales que determinan el nivel de dicha cualidad, así como en las particularidades de su realización en cada modalidad deportiva. Cabe recordar que los factores principales que determinan el nivel de fuerza-velocidad son la coordinación intramuscular y la velocidad de contracción de las unidades motoras. En cuanto al diámetro muscular, su papel obedece al carácter específico de la fuerza en cada deporte. Las modalidades deportivas cuyas actividades competitivas exigen vencer grandes resistencias (masa del propio cuerpo: velocistas, saltadores de longitud, de altura, con pértiga, etc.; masa del propio cuerpo y de un aparato: halterófilos, lanzadores de peso, lanzadores de martillo y de jabalina, corredores de bobsleigh, etc.; masa del propio cuerpo y del adversario: luchadores especialistas de distintas disciplinas) exigen manifestar fuerza-velocidad con grandes resistencias. Es evidente que el papel del diámetro muscular es aquí primordial. En los deportes que exigen una manifestación repetida de fuerza-velocidad para vencer la masa del brazo, de la pierna o de un aparato ligero (jugadores de tenis, boxeadores, esgrimistas, etc.), el papel del diámetro muscular es insignificante.

Es preciso tener en cuenta que el nivel de fuerza-velocidad está estrechamente vinculado con el grado de dominio del movimiento. Cuanto

mejor sea la técnica del movimiento, tanto más eficaces serán la coordinación intermuscular e intramuscular y más racionales serán las características espaciotemporales del movimiento. Por ello, únicamente con una buena técnica de los movimientos el deportista podrá manifestar totalmente las posibilidades de velocidad de sus músculos.

Un trabajo eficaz para desarrollar la fuerza-velocidad debe aplicar conjuntamente distintos métodos. Sin embargo, son particularmente eficaces los métodos excéntrico, pliométrico e isocinético.

La planificación de cada componente de la carga, cuando se utilizan distintos métodos debe cumplir con las exigencias extremas y casi extremas y con las posibilidades de fuerza-velocidad de los deportistas. El gran arsenal y la gran variedad de medios de la preparación de fuerza, de máquinas de musculación, material especial, diversas técnicas etc. proporcionan al entrenador amplias posibilidades para planificar racionalmente el entrenamiento para desarrollar dicha cualidad.

Al utilizar el método excéntrico, los ejercicios se ejecutan a velocidad extrema o casi extrema. Si se trata de perfeccionar el componente de fuerza de la fuerza explosiva, la velocidad puede ser casi extrema, y si se trata de perfeccionar la fuerza de salida, deberá ser extrema.

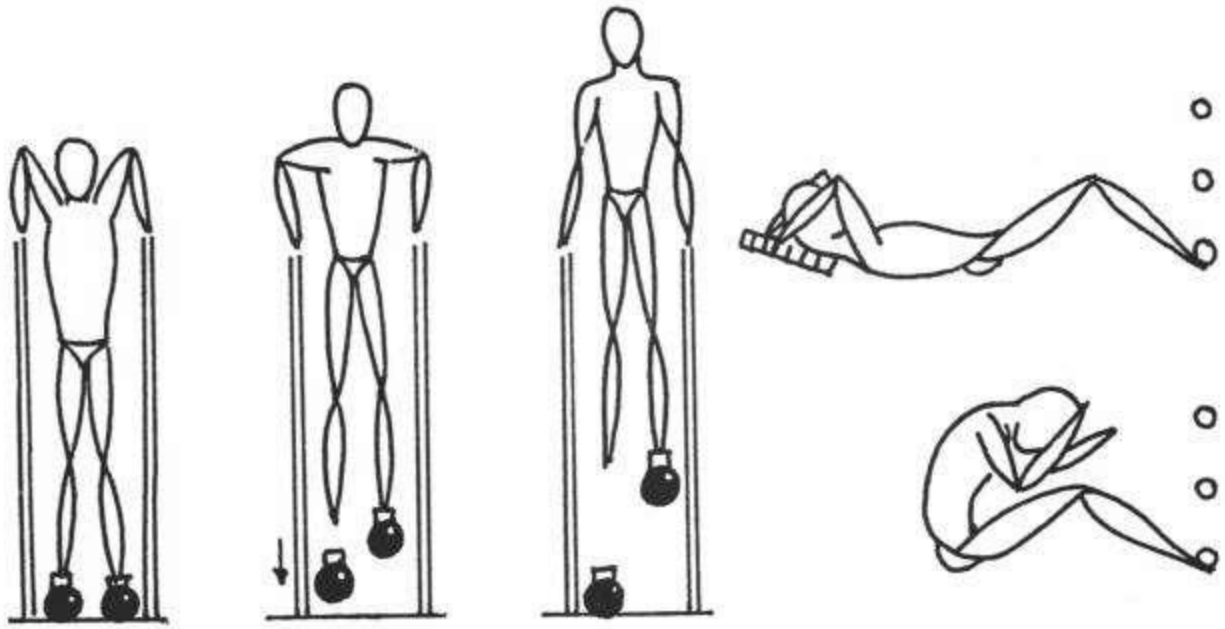
Un momento muy importante en el método de desarrollo de la fuerza-velocidad es poder lograr las transiciones más rápidas posibles de la tensión muscular a la contracción, y viceversa. Para conseguir una relajación total entre cada movimiento, se planifican pausas de 1-2 seg, haciendo hincapié en una total relajación de los músculos. Para ello se utilizan técnicas metodológicas especiales. Primeramente, Verjoshanski (1988) recomienda para la ejecución de ejercicios con sobrecargas la técnica siguiente: la sobrecarga (65-80% de la máxima) se levanta aproximadamente a 1/3 de amplitud del movimiento fundamental, luego se baja rápidamente para pasar a un trabajo concéntrico a máxima velocidad en dirección contraria; en cada intento se hacen 3-5 repeticiones con relajación (se coloca la sobrecarga en el apoyo); cada serie conlleva 3-4 intentos con pausas de 4-5 min de duración.

No menos eficaz es la técnica que crea condiciones para transformar la fuerza máxima en fuerza-velocidad (Hartmann y Tünemann, 1988). El movimiento empieza con una gran sobrecarga, lo cual permite incluir en el trabajo una gran cantidad de unidades motoras. Cuando se logra un esfuerzo determinado, la resistencia disminuye bruscamente y crea condiciones favorables para que se realice la fuerza-velocidad. Después de una brusca disminución de la resistencia se produce una especie de movilización de las reservas ocultas y se inicia la fase dinámica a gran velocidad. La realización más eficaz de dicha técnica conlleva la utilización de máquinas de musculación especiales con corriente mecánica, hidráulica y electromagnética. Sin embargo, es eficaz aplicar los medios habituales de entrenamiento. Se inicia el ejercicio con una gran sobrecarga; al lograr el ángulo correspondiente en las articulaciones, el deportista se libera total o parcialmente de la sobrecarga y ejecuta el ejercicio en condiciones más fáciles (ilustr.36).

Se pueden crear estas mismas condiciones si un compañero ayuda al deportista a realizar el ejercicio. En este caso el deportista que ejecuta el ejercicio vence una resistencia que representa el 30-50% de su fuerza máxima. En una fase del ejercicio, el compañero impide el movimiento, obligándole a aumentar bruscamente su esfuerzo. Al cabo de 1-2 seg, el compañero deja de ejercer resistencia y el que realiza el ejercicio tiene mejores condiciones para realizar la fuerza-velocidad (ilustr.37).

Dichas condiciones también se dan cuando se alternan los ejercicios que permiten desarrollar la fuerza máxima y la fuerza-velocidad. En este caso, el deportista alterna los intentos para un mismo ejercicio, pero con distintas resistencias. Por ejemplo, en el primer intento, el deportista ejecuta 2-3 sentadillas (80-85% de la fuerza máxima), y en el segundo, realiza el mismo ejercicio a gran velocidad y resistencia del 40-50% del máximo nivel.

Las resistencias oscilan en un amplio diapasón: desde 30-40% hasta 80-90% del máximo nivel de fuerza. Las diferencias obedecen al carácter específico de la modalidad deportiva, así como a la fuerza explosiva o a la fuerza de salida. Los deportistas especialistas en modalidades que exigen grandes esfuerzos (halterofilia, lanzamientos de atletismo, distintos tipos de lucha, etc.) aplican sobrecargas bastante grandes: 70-90% del máximo nivel de fuerza. En aquellas modalidades donde las resistencias son relativamente pequeñas (boxeo, tenis, esgrima, etc.), las resistencias pueden ser inferiores: 30-50%. Por otra parte, es preciso tener en cuenta que incluso en modalidades como la natación, el tenis, la esgrima, el boxeo, el badminton existen elementos de la actividad competitiva que exigen vencer grandes resistencias a gran velocidad (por ejemplo, la salida de natación). Ello implica la necesidad de desarrollar la fuerza-velocidad aplicando distintas re-



Ilustr.36. *Aumento de la eficacia de los ejercicios para desarrollar la fuerza-velocidad liberando la sobrecarga.*

sistencias, claro está, con distintos porcentajes de correlación. Las magnitudes de las resistencias alcanzan los límites superiores si el deportista hace hincapié en el desarrollo de la fuerza explosiva, y los límites inferiores si se exige aumentar el nivel de la fuerza de salida.

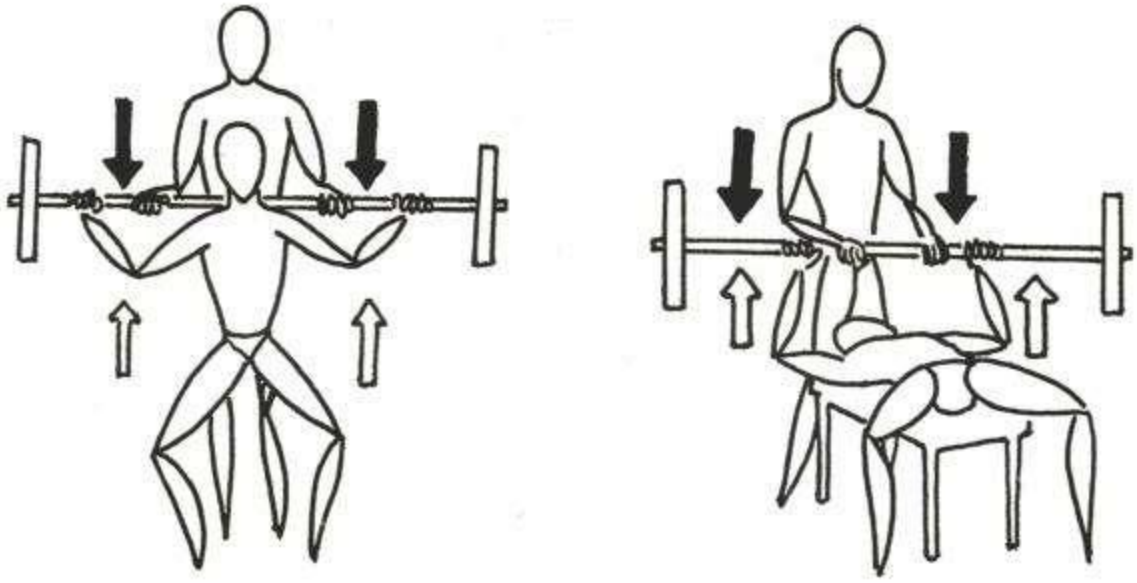
La duración de cada ejercicio debe permitir ejecutarlo sin disminuir la velocidad de los movimientos y sin que aparezca fatiga. La cantidad de repeticiones en cada intento puede oscilar entre 1 (por ejemplo, una salida de atletismo o de natación) hasta 5-6 (saltos, impulsos de pesas, etc.). Según el carácter de los ejercicios, la magnitud de las resistencias, el nivel y el estado de forma de los deportistas, la velocidad de los movimientos, la duración del trabajo oscilan desde 3-4 seg hasta 10-15 seg.

La duración de las pausas de descanso debe permitir recuperar la capacidad de trabajo de los deportistas y debe eliminar la deuda alactácida de oxígeno. Depende del volumen de los músculos que intervienen en el trabajo y de la duración de cada ejercicio. Las pausas entre los ejercicios cortos (2-3 seg) que no exigen la incorporación de los grandes grupos musculares pueden ser breves: 30-40 seg. El aumento del volumen de los músculos que intervienen en el trabajo, o de la duración de la ejecución de cada ejercicio prolonga la duración del descanso que en casos aislados puede alcanzar los 3-5 min.

Si las pausas son breves, el descanso suele presentar carácter pasivo; a veces va acompañado de un automasaje de los músculos. El hecho de llenar las pausas prolongadas con trabajo de poca intensidad (son especialmente eficaces los estiramientos musculares) permite acelerar los procesos de recuperación, crea condiciones óptimas para ejecutar la tarea siguiente y acorta (en un 10-15%) la duración de los intérvalos de descanso entre cada ejercicio o serie.

Cuando se utiliza el método isométrico, se ejecutan breves (2-3 seg) esfuerzos de carácter explosivo intentando desarrollar una máxima tensión muscular hasta un 80-90% del máximo nivel. En una serie de 5-6 repeticiones, las pausas entre series se hacen hasta la recuperación total de la capacidad de trabajo (habitualmente 2-3 min). Al igual que con el método excéntrico, la tensión muscular debe compensarse con una relajación total. Las pausas deben ser ocupadas con automasaje, ejercicios de relajación y estiramiento muscular.

Para aplicar el método isocinético, hay que basarse en la ejecución de ejercicios con una gran velocidad angular (150° y más por seg) porque es preciso tener en cuenta que la aplicación de las máquinas isocinéticas de musculación permite ejecutar movimientos a mucha mayor velocidad (dos o tres veces más) que con los movimientos ejecutados con las sobrecargas tradicionales. Es importante no olvidar que la fuerza que se adquie-



Ilustr.37. *Aumento de la eficacia de los ejercicios para desarrollar la fuerza-velocidad eliminando la resistencia suplementaria.*

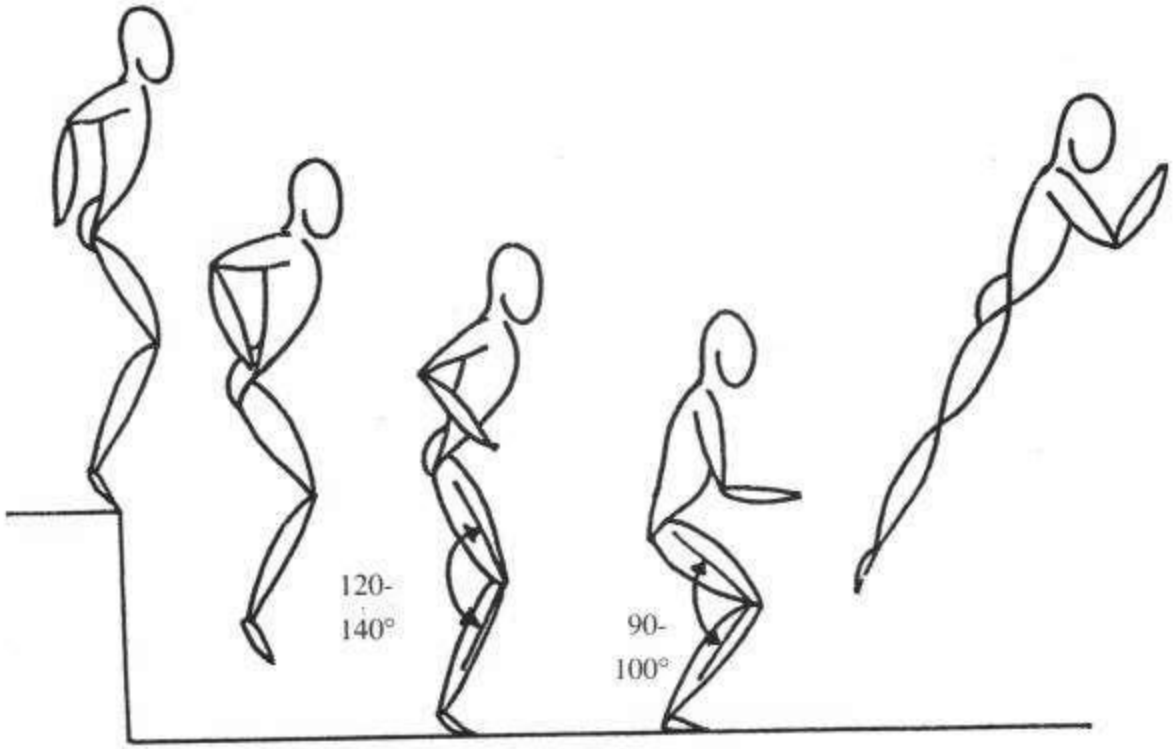
re aplicando ejercicios a gran velocidad (velocidad angular de más de 100°) se transfiere a velocidades inferiores, mientras la fuerza desarrollada con ejercicios de baja velocidad no puede serlo a acciones motoras ejecutadas a gran velocidad (Pipes y Wilmore, 1976). Con el método de las resistencia variable, es preciso concentrarse en el máximo estiramiento posible de los músculos en activo en la fase excéntrica del movimiento, y en la necesidad de una rápida transición del trabajo excéntrico al concéntrico. En cuanto a otros componentes de la carga (duración de los ejercicios, de las pausas, etc.), es preciso, cuando se aplican los métodos isocinético y el de resistencia variable, dejarse guiar por las mismas exigencias que plantea el método excéntrico.

Si admitimos que el método pliométrico desempeña un importante papel para desarrollar la fuerza-velocidad, cabe señalar que las posibilidades elásticas de los músculos, así como la eficacia de la transición del estiramiento a la contracción muscular, pueden ser trabajadas en el entrenamiento (Bosco, 1982). Sin embargo, en el proceso de entrenamiento, es preciso tener en cuenta algunas leyes específicas. En particular, no podemos olvidar que el grado de tensión muscular está en relación directa con la velocidad de su aumento. La velocidad de elongación desempeña un papel más importante que su magnitud.

Para utilizar un estiramiento muscular previo como factor que estimule la fuerza-velocidad, es preciso intentar que, mientras se alcanza la posición de estiramiento con la fuerza de los músculos antagonistas, se inicie inmediatamente una fase de contracción activa de los agonistas. Tan sólo en este caso se sumará la energía potencial de los elementos elásticos de los músculos estirados a la energía muscular, logrando así un máximo nivel de fuerza-velocidad. Cuando no se produce una transición fluida entre el estiramiento previo y la contracción muscular, el efecto del ejercicio disminuye drásticamente.

Antes de ejecutar un gran volumen de trabajo en condiciones de un entrenamiento pliométrico, el deportista debe alcanzar un nivel considerable de fuerza máxima. De lo contrario, aumenta la posibilidad de lesión y disminuye la eficacia del entrenamiento. Se plantean exigencias concretas al nivel de desarrollo de la fuerza: (a) antes de iniciar la ejecución de los saltos de abajo arriba con el consiguiente salto hacia arriba, conviene asegurarse de que el deportista puede ejecutar la flexión con las pesas cuyo peso es dos veces superior al peso del deportista; (b) antes de ejecutar los saltos con rebote sobre una pierna, el deportista debe aprender a ponerse en cuclillas sobre un pie no menos de 5 veces (Gambetta, 1987).

Hartmann y Tünemann (1988) dan algunas recomendaciones prácticas para utilizar el estiramiento previo de los músculos como importante factor de estimulación de las posibilidades de



Ilustr.38. *Técnica de ejecución del salto en profundidad para desarrollar la fuerza-velocidad.*

fuerza-velocidad. Se recomienda un ejercicio eficaz para desarrollar la fuerza-velocidad de los músculos extensores de la pierna: el salto en profundidad (ilustr.38).

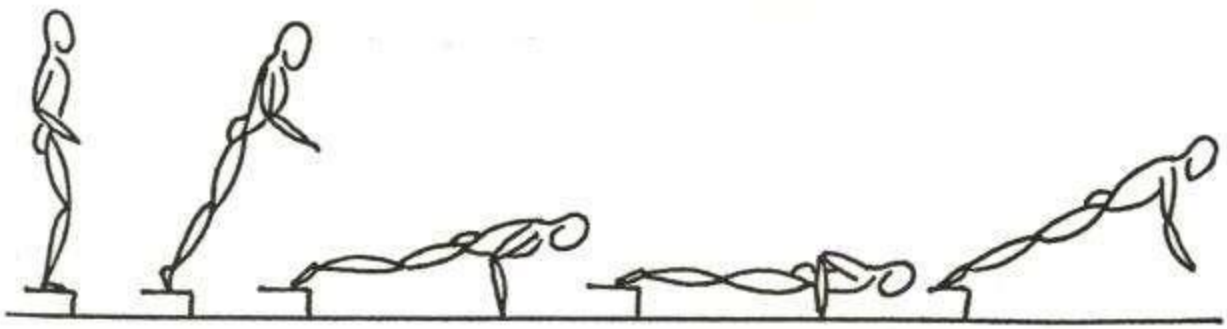
Al llegar al suelo, se amortigua el impulso hacia el suelo flexionando las piernas. El aterrizaje se realiza sobre los pies. Ya durante la salida los músculos que intervienen en el movimiento se preparan gracias a los estímulos nerviosos que aumentan su tensión y su elasticidad. La inhibición del movimiento con los músculos de las piernas permite acumular energía en los elementos elásticos de los músculos, y crear un reflejo gracias a la cual se incluyen en el siguiente movimiento activo unidades motoras suplementarias. Ello estimula la eficacia del siguiente salto explosivo hacia adelante y hacia arriba. La profundidad del salto obedece al nivel de preparación física y a la masa del deportista y puede oscilar entre 40 y 100 cm. El aterrizaje y el impulso son óptimos con un ángulo en la articulación de la rodilla de 90-100°. De este modo, la vía de freno (o inhibición) puede oscilar entre 30 y 50°.

La técnica indicada puede utilizarse también para desarrollar la fuerza-velocidad de otros grupos musculares: por ejemplo, de los músculos extensores de los brazos. De gran eficacia son distintas variantes de caídas al apoyo (ilustr.39).

También otros ejercicios pueden resultar eficaces: (a) saltos hacia arriba sin y con sobrecarga igual a un 20-30% de la masa corporal del deportista; (b) saltos en profundidad sobre uno o dos pies y con un consiguiente salto hacia arriba; (c) saltitos, saltos sobre un pie, saltos sobre un pie y sobre el otro, saltos con la cuerda.

Sin embargo, sin restar importancia a los ejercicios que utilizan el propio peso, es preciso tener en cuenta que es muy difícil regular la carga cuando se aplican dichos ejercicios. Por ello, son preferibles los ejercicios con sobrecarga para desarrollar la fuerza explosiva aplicando otros métodos y distintos ejercicios de preparación especial de varias modalidades deportivas. Por ejemplo, cuando se realiza un press de banca, el deportista eleva y sostiene la haltera con los brazos extendidos. Desde esta posición, el deportista flexiona los brazos y, sin dejar que la haltera caiga sobre el pecho frena el movimiento, y con un movimiento explosivo vuelve las pesas a la posición de partida.

Para desarrollar la fuerza-velocidad, es eficaz utilizar conjuntamente distintos métodos con una



Ilustr.39. *Técnica de ejecución de la caída y apoyo para desarrollar la fuerza-velocidad.*

gran variedad de medios de entrenamiento. Daremos una serie de conjuntos de medios aplicados en la práctica de la preparación de los deportistas de alto nivel y recomendados por Verjoshanski (1988):

1. Se utilizan sobrecargas del 90% y 30%. Se ejecutan dos conjuntos de series de 2-3 repeticiones lentas con un peso del 90%, luego 3 con 6-8 repeticiones con un peso del 30% y el máximo esfuerzo, siempre relajando al máximo los músculos entre los movimientos. La duración del descanso entre los conjuntos de repeticiones es de 3-4 min y de 4-6 min antes del cambio de sobrecarga. En la sesión de entrenamiento: 2-3 series con un descanso de 8-10 min de duración.

2. Combinación de dos regímenes isométricos distintos en ejercicios de finalidad local (para un grupo muscular determinado). Al principio se ejecutan 2-3 tensiones isométricas extremas (6 seg) con pausas de 2-3 min. A continuación, 3-4 min descanso con ejercicios para relajar los músculos y 5-6 repeticiones del mismo ejercicio, pero con un rápido desarrollo de la tensión (hasta un 80% de la máxima). Entre cada repetición debe haber una pausa de 2-3 min en la que conviene ejecutar ejercicios dinámicos y ejercicios de lanzamientos, así como de relajación. En la sesión de entrenamiento es posible dar ejercicios para 2-3 grupos musculares. Si se entrena un grupo muscular, la combinación mencionada puede repetirse 2 veces con un descanso de 8-10 min.

3. Combinación de los regímenes isométrico y dinámico con carácter global del trabajo muscular. Tensión isométrica extrema con un desarrollo equilibrado del esfuerzo (6 seg) en una postura en la que se hace un esfuerzo máximo en las condiciones de competición: 2-3 veces con un pausa de 2 min, siempre relajando obligatoriamente los músculos entre cada repetición. Luego movimiento con una sobrecarga del 40-60% de la máxima con intensidad extrema del esfuerzo: 4-6 veces, 2 conjuntos con 3-4 min de descanso. Todo el conjunto se repite 2 veces con una pausa de 4-6 min.

4. Saltos con rebote desde la posición de sentadilla. Luego, después de 3-4 min de descanso, saltos con esfuerzo submáximo, por ejemplo 8 saltos desde el sitio cambiando de pie, 2 series de 5-6 repeticiones. El conjunto se repite 2-3 veces con un descanso de 6-8 min.

5. Sentadillas con un peso del 70-80% del máximo, 2 repeticiones, 5-6 veces cada una. Después de 4-6 min, descanso. Saltos desde el sitio, 2 x 6-8 veces con un descanso de 6-8 min.

6. Sentadilla al 80-85% de la fuerza máxima, 2 x 2-3 veces. Luego tras 3-4 min de descanso, saltos con pesas, 2-3 x 4-6 veces. Todo el conjunto se repite 2-3 veces con 6-8 min de descanso.

7. 2 series de 2 repeticiones de sentadilla con un peso del 90-95% del máximo. Luego 2 series con 6-8 repulsiones después de un salto en profundidad. El descanso entre las series y los saltos es de 2-4 min y de 4-6 min después de las series de saltos. En la sesión de entrenamiento se repite esta combinación 2 veces con 8-10 min de descanso.

El principio que sirve para elaborar cada uno de los conjuntos puede ser utilizado por los entrenadores para preparar programas especiales para desarrollar la fuerza explosiva aplicando otros métodos y distintos ejercicios de preparación especial de varias modalidades deportivas.

EL DESARROLLO DE LA FUERZA-RESISTENCIA

Los índices de fuerza con una realización eficaz de la actividad competitiva en las distintas modalidades deportivas, la intensidad y la duración del

trabajo en competición en cada disciplina, comportan particularidades del desarrollo de la fuerza-resistencia de los deportistas. Según la especificidad de una determinada modalidad deportiva, podremos hablar de una interacción de la fuerza y la resistencia al trabajo de carácter anaeróbico alactácido, anaeróbico lactácido o aeróbico, así como de los índices de fuerza-resistencia respecto a las condiciones isotónicas o isométricas de la actividad muscular.

La fuerza-resistencia desempeña un papel importantísimo para lograr buenos resultados en las carreras de atletismo de 200 y 400 m, en los 100 y 200 m de natación, en vela, esquí y patinaje de velocidad, patinaje artístico, gimnasia artística y otras muchas modalidades deportivas. Sin embargo, las enormes diferencias que se dan entre los índices máximos de fuerza, en la duración y el carácter del trabajo obligan a utilizar métodos estrictamente específicos para desarrollar la fuerza-resistencia en cada deporte.

Es preciso tener en cuenta que las capacidades básicas que determinan el nivel de fuerza-resistencia son la potencia, la capacidad, la movilidad y la economía de los sistemas de suministro de energía, así como el nivel de fuerza máxima. Es natural que el desarrollo de dichas capacidades ocupe un lugar en el sistema de la preparación de los deportistas no relacionado con el desarrollo de la fuerza-resistencia. Por ello, la aplicación de ejercicios especiales para desarrollar la fuerza-resistencia tiene como finalidad no tanto de aumentar, por ejemplo, las posibilidades aeróbicas o anaeróbicas, como de aumentar la capacidad del deportista para realizarlas cuando ejecutan el trabajo de fuerza correspondiente. Por ello, cuando se eligen los ejercicios para desarrollar la fuerza-resistencia, es preciso partir de la necesidad de crear condiciones que se correspondan con el carácter específico de la actividad competitiva. Ello exige, ante todo, aplicar ejercicios de estructura externa e interna semejante a los de competición. Conviene prestar especial atención a la presencia del componente de fuerza.

La utilización predominante de unos u otros métodos para desarrollar la fuerza-resistencia depende también del carácter específico de la modalidad deportiva. Por ejemplo, para desarrollar la fuerza-resistencia de los nadadores, el trabajo se ejecuta principalmente con los métodos concéntrico e isocinético. Los luchadores utilizan el método concéntrico, excéntrico e isométrico; los esquiadores, el concéntrico, excéntrico, pliométrico e isométrico, etc. Los ejercicios utilizados con dichos métodos pueden ejecutarse en régimen de intervalos y en régimen constante. El método de intervalos, por regla general, se aplica en series: ejercicios relativamente breves con pequeñas pausas (por ejemplo, 4-6 x 10-15 seg), con grandes pausas entre las series.

En los distintos deportes se aplican ampliamente varias sobrecargas suplementarias. Por ejemplo, en las carreras atléticas: carrera por la arena, carrera en la montaña, carrera con cinturones lastrados; en natación: natación con correa, natación con trajes especiales que frenan el movimiento, natación con «aletas» en las manos; en lucha: ejecución contraria de tiros de maniquíes pesados, con adversarios de más peso, etc.

La magnitud de las resistencias oscila entre límites muy amplios y suele ser igual o superior a la de la actividad competitiva. Por ejemplo, los remeros y los nadadores, al trabajar en máquinas especiales de fuerza, utilizan esfuerzos que constituyen un 50-60% (a veces un 70-80%) del máximo nivel posible durante la ejecución de los ejercicios correspondientes. Los luchadores que suelen trabajar con máquinas de musculación y entrenamiento especiales o con maniquíes planifican una magnitud de las sobrecargas que les permita ejecutar el trabajo durante 1-3 min.

El ritmo de los ejercicios se elige de modo que corresponda a la actividad característica de la competición. Lo más sencillo es realizarlo en las modalidades cíclicas (remo, natación, patinaje de velocidad, carrera atlética, etc.).

Los ejercicios dinámicos suelen ejecutarse varias veces hasta que surge una fatiga considerable. Según la magnitud de las resistencias, según el ritmo de los movimientos que determinan el carácter del suministro de energía del trabajo, la duración de cada ejercicio puede oscilar en un amplio diapasón: desde 10-15 seg hasta varios min. Por ejemplo, en el entrenamiento de los nadadores especializados en los 100 y los 200 m, la duración de cada ejercicio «con polea» oscila entre 30-120 seg; en el trabajo fuera de la piscina con distintas máquinas de musculación isocinéticas: 60-180 seg. Los luchadores de lucha grecorromana y de lucha libre pueden realizar tiros contra el maniquí a un ritmo de 10-15 por min durante 2-3 min.

Cuando se trabaja en régimen estático, la duración de cada ejercicio suele oscilar entre 10-12 y 30-40 seg y depende de la magnitud de la tensión muscular.

La duración de las pausas entre los ejercicios es distinta y depende de la duración de los mismos y del volumen de los músculos que intervienen en el trabajo. Si los ejercicios son relativamente

breves (30-60 seg) y es preciso alcanzar la culminación de la fatiga después de varias series de repeticiones, se planifica la repetición siguiente después de poco tiempo antes de que se realice la recuperación. Por ejemplo, entre ejercicios de 15-20 seg, los intervalos de descanso pueden ser de 5-15 seg; los ejercicios de 30-40 seg exigirán pausas de 20-30 seg de duración; los ejercicios de 60-90 seg, 30-60 seg.

Si los ejercicios son largos (varios minutos) y se planifica conseguir un efecto de entrenamiento con la influencia de cada ejercicio y no de la serie, la duración de los intervalos de descanso debe bastar para la recuperación de la capacidad de trabajo hasta llegar al nivel de partida.

En la ejecución de ejercicios en serie, las pausas entre cada ejercicio son breves, lo cual provoca cada vez más fatiga entre repetición y repetición. Las pausas entre las series deben ser largas para que se recupere la capacidad de trabajo y para que se creen condiciones para ejecutar el primer ejercicio de la serie siguiente a un gran nivel de capacidad de trabajo. Por ejemplo, las series siguientes pueden ser eficaces: (a) 6 x (6 x 15 seg), 10 seg de pausa entre ejercicios y 90 seg entre las series; (b) 4 x (4 x 30 seg), 15 seg de pausa entre ejercicios y 3 min entre series; (c) 4 x (4 x 60 seg), 30 seg de pausa entre ejercicios y 4-5 min entre series.

EL PERFECCIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE REALIZACIÓN DE LA FUERZA

El trabajo de gran volumen y tensión para desarrollar la fuerza de los deportistas eleva el nivel de la fuerza máxima, la fuerza-resistencia y la fuerza-velocidad. Sin embargo, dicho nivel es más evidente en las acciones motoras y en las condiciones de trabajo que son las del entrenamiento. El nivel de fuerza no siempre contribuye a aumentar las posibilidades de fuerza para ejecutar técnicas y acciones características de una modalidad deportiva. A menudo los deportistas que tienen altos índices de fuerza en los típicos ejercicios de fuerza no son capaces de lograrlos en los componentes de fuerza de los partidos, los combates individuales, las carreras atléticas, de remo, de patinaje y de natación, etc. Ello se debe a la ausencia de la interacción indispensable entre la fuerza, las acciones técnicas concretas y el nivel de preparación funcional. Como bien es sabido, el objetivo final de la preparación de fuerza de los deportistas es lograr altos índices de fuerza y de potencia de los movimientos que caracterizan una modalidad deportiva concreta. Por ello, hay que destacar un apartado en la preparación de fuerza que consiste en la capacidad de realización del potencial de fuerza durante la actividad competitiva.

El perfeccionamiento de la capacidad de realizar el potencial de fuerza en la actividad competitiva se basa en el principio de la conjugación de la acción cuya esencia consiste en aumentar el estado de preparación funcional y de nivel técnico de los deportistas, incrementando a la vez la fuerza. Si el principio de la conjugación se mantiene, el nivel creciente de la preparación está estrechamente relacionado con el nivel técnico, formando un sistema bastante bien organizado. La alteración de este principio, por el contrario, provoca la discordancia entre dichos índices.

Si reconocemos que el sistema de la preparación de fuerza puede estar formado por los métodos y técnicas más diversas, que puede utilizar ejercicios, sobrecargas y máquinas de musculación diversas, variar los parámetros de las cargas para la ejecución de cada ejercicio, el volumen sumatorio del trabajo de fuerza en distintas formaciones estructurales del proceso de entrenamiento, etc., no debemos olvidar que es necesaria una estricta correspondencia entre la preparación de fuerza y el carácter específico de la especialidad deportiva. Ello se manifiesta ante todo en el desarrollo preponderante de aquellas cualidades de fuerza que son indispensables para poder competir eficazmente. Sin embargo, las cualidades de fuerza que se manifiestan en la actividad competitiva exigen su interacción orgánica con el arsenal de acciones tácticas y técnicas, lo cual tan sólo puede lograrse aplicando ejercicios de competición y de preparación especial que permiten perfeccionar a la vez la fuerza, la técnica y la táctica. Por otra parte, la experiencia demuestra que, si se ejecutan estos ejercicios, es imposible alcanzar un total desarrollo de la fuerza incluso en aquellas modalidades donde el componente de fuerza desempeña un papel importante para el resultado, como por ejemplo la gimnasia y distintos tipos de lucha. Así pues, el deporte actual se plantea de forma acuciante el problema de la preparación de fuerza de base y del perfeccionamiento de la capacidad de realizar la fuerza en una actividad específica característica de una modalidad deportiva concreta.

En cada ciclo anual de entrenamiento o en cada macrociclo, independientemente del deporte, de la estructura del entrenamiento y de las particulari-

dades de la preparación de fuerza, existen 3 fases de correlación entre el nivel de las posibilidades de fuerza y la capacidad de realizar la fuerza en el proceso de la actividad competitiva:

1. fase de disminución de la realización;
2. fase de adaptación;
3. fase de desarrollo paralelo.

La fase de disminución de la realización suele abarcar un período de 4-6 semanas después del inicio de la preparación de fuerza intensiva. Las cualidades de fuerza en aumento como resultado de la aplicación de los medios de preparación general y preparación auxiliar entran bruscamente en contradicción con la coordinación de los movimientos ya existente. Se alteran la coordinación inter e intramuscular y los mecanismos de regulación de los movimientos, disminuye la elasticidad de los músculos y los ligamentos, empeora el sentido del ritmo, de los esfuerzos desarrollados, etc. Todo ello hace disminuir la eficacia de las acciones técnicas y tácticas, el nivel de resistencia, etc.

El principio de la fase de adaptación debe estar relacionado con el incremento progresivo de las posibilidades para realizar la fuerza, lo cual se da por un aumento del coeficiente de utilización de la fuerza para ejecutar los elementos fundamentales de la actividad competitiva. Durante esta fase mejoran poco a poco la estructura dinámica y cinemática de los movimientos; la técnica corresponde mejor al nivel de fuerza. La duración de dicha fase puede alcanzar las 3-4 semanas.

Durante la fase del desarrollo paralelo se lleva a cabo el perfeccionamiento de la fuerza y de la asimilación técnica. La amplia utilización de ejercicios de fuerza especiales permite conjugar de forma eficaz y rápida el nivel de fuerza con todos los demás componentes que al fin y al cabo permiten lograr una actividad competitiva eficaz.

Al planificar el programa de sesiones de fuerza, hay que intentar hacerlo de modo que, además de incrementar el nivel de fuerza máxima, de fuerza-resistencia o de fuerza-velocidad, perfeccione la capacidad de realización de las cualidades de fuerza. Por otro lado, es oportuno planificar programas especiales para aumentar la eficacia de la realización. Los ejercicios deben corresponder plenamente a las exigencias específicas y a las condiciones de la actividad competitiva. Los parámetros de la carga (excepto la magnitud de la sobrecarga) deben aproximarse al máximo a los de la preparación especial y a los de competición.

El carácter específico de la modalidad deportiva y las particularidades del entrenamiento y de la competición presuponen medios de organización metodológica y técnica para perfeccionar las capacidades de realización de la fuerza en una actividad específica. Por ejemplo, en natación, el aumento del papel del componente de fuerza para un trabajo especial se lleva a cabo aplicando distintos materiales que aumentan la superficie de la mano, frenos e indumentarias especiales para aumentar la resistencia, se nada en un canal especial hidrodinámico con regulación de la velocidad de la corriente de agua, etc. En atletismo se corre en montaña, por la arena, contra el viento, con cinturones lastrados; en ciclismo se circula por la montaña, con el viento en contra; se trabaja en cicloergómetros con frenos especiales; en lucha se trabaja con compañeros de categorías de peso más altas, se hacen ejercicios con maniquíes pesados: en baloncesto, balonmano, hockey, fútbol, se juega en canchas pequeñas simplificando el reglamento para que la lucha sea más dura; en los lanzamientos atléticos, se utilizan implementos más pesados; en tenis, tenis de mesa, badminton, se juega con raquetas más pesadas, etc.

Como podemos ver, la creación de estímulos suplementarios para desarrollar las cualidades de fuerza especial puede realizarse por distintas vías y, por regla general, no exige aparatos ni material complicados. La iniciativa y la búsqueda creativa permiten al entrenador no sólo crear condiciones para el desarrollo eficaz de la fuerza especial durante la ejecución de ejercicios de preparación especial y de competición, sino también variar sustancialmente el proceso de la preparación.

La utilización de distintos medios para incrementar el papel del componente de fuerza cuando se ejecutan distintos ejercicios de preparación especial y de competición debe llevarse a cabo según una técnica racional de los movimientos y observando las principales normas de la metodología del desarrollo de la fuerza: duración del trabajo, intensidad del mismo, régimen del trabajo y del descanso, etc. En este caso, la utilización de resistencias suplementarias no sólo permite aumentar el nivel de fuerza, sino que también asegura su interacción orgánica con los principales elementos de la técnica deportiva que exigen un alto nivel de fuerza y, al fin y al cabo, una realización eficaz de los distintos tipos de fuerza para la actividad competitiva.

Al ejecutar ejercicios para perfeccionar la capacidad de realizar la fuerza-resistencia para los deportes cíclicos, es muy importante trabajar a un ritmo que permita hacer los movimientos con máxima potencia. De este modo, la mayor cantidad de trabajo se lleva a cabo cuando existe una correspondencia determinada entre el ritmo y la magnitud de los esfuerzos desarrollados, lo cual

permite además aumentar las capacidades de los deportistas para utilizar el potencial de fuerza y demostrarlo durante la actividad competitiva.

EL DESARROLLO DE LA FUERZA EN EL SISTEMA DE PREPARACIÓN DEL DEPORTISTA

Los métodos y medios modernos de la preparación de fuerza ejercen una acción muy intensa en el organismo del deportista, en particular en su aparato locomotor y en su sistema nervioso. Si se organiza el entrenamiento racionalmente, se observa un efecto muy importante tanto en el desarrollo de las distintas cualidades de fuerza como en la correlación del aumento de la masa muscular, su relieve, los cambios de la constitución física. Sin embargo, si se alteran los principios de la estructura racional de la preparación de fuerza, su eficacia disminuye, mientras que surge el peligro de graves lesiones musculares, ligamentosas y articulares. Esto es especialmente grave para los deportistas jóvenes cuyo aparato locomotor todavía no está desarrollado y que todavía no han logrado un nivel importante de fuerza. Es preciso mostrarse cauteloso con la programación de la preparación de fuerza de los deportistas al principio del ciclo anual o después de una larga interrupción del entrenamiento.

En todos los casos similares, el período de preparación de fuerza debe ser precedido por un trabajo más o menos largo de preparación (entre 2-3 semanas y 4-8 meses). Por ejemplo, los deportistas de alto nivel necesitan 2-3 semanas de trabajo de preparación para el trabajo de fuerza intenso de principios de temporada. Al mismo tiempo, los deportistas jóvenes deben emplear varios meses (no menos de 4-5) para la formación completa de su aparato locomotor y sistema nervioso al trabajo de fuerza intenso. En dicho período, los deportistas deben asimilar bien la técnica de los movimientos, aumentar su nivel de flexibilidad, reforzar el sistema muscular, crear un nivel de base de resistencia, etc. Es preciso elegir ejercicios sencillos y no utilizar el ritmo extremo para su ejecución; las pausas entre cada ejercicio deben permitir una recuperación total. No conviene aplicar grandes sobrecargas: un trabajo con sobrecargas del 40-50% resulta muy eficaz para que este grupo de deportistas desarrolle todos los tipos de fuerza, incluyendo la fuerza máxima. La cantidad de repeticiones no debe superar el 50-60% del máximo posible. El volumen global del trabajo de fuerza en cada sesión de entrenamiento no debe superar el 50-60% del máximo para un deportista concreto con 2-4 sesiones semanales. No hay que pretender el desarrollo predominante de determinados grupos musculares. La preparación de fuerza debe ser general: debe ejercer su acción en todo el sistema muscular. Los ejercicios deben implicar la ejecución de movimientos de gran amplitud, incorporando de forma equilibrada los músculos agonistas y los antagonistas.

El proceso de la preparación se va complicando conforme va aumentando la adaptación del aparato locomotor y se va incrementando la fuerza. Se introducen ejercicios más complejos, exigiendo una buena ejecución técnica; se aumenta la magnitud de las sobrecargas (hasta 70-85% del máximo nivel de fuerza). Es posible aplicar breves pausas de descanso. Periódicamente se pueden ejecutar ejercicios con cantidad casi extrema de repeticiones. El volumen de trabajo de cada sesión de entrenamiento puede alcanzar el 80-90% del máximo posible. Para desarrollar la fuerza-velocidad se pueden incluir, poco a poco, ejercicios ejecutados a velocidad extrema y bastantes resistencias. Por otra parte, no hay que olvidar el trabajo para desarrollar la flexibilidad y la fuerza de los distintos grupos musculares.

La preparación de fuerza es más eficaz cuando se utilizan distintos métodos, tal como demuestran la práctica moderna del deporte y los resultados de numerosas investigaciones de las que se desprende la superioridad de los programas mixtos sobre los que emplean un solo método, por eficaz que sea. Sin embargo, con la utilización combinada de distintos métodos surge, en primer lugar, el problema de la correlación del trabajo de fuerza con la utilización de distintos métodos y, en segundo lugar, el del lugar que debe ocupar un método en cada etapa del entrenamiento. El enfoque que es preciso utilizar en la práctica deportiva para determinar la correlación racional de los distintos métodos exige, ante todo, tener en cuenta el carácter específico de la modalidad deportiva. Por ejemplo, los deportistas especialistas en gimnasia artística, lucha libre y grecorromana deben prestar especial atención al método isométrico de desarrollo de la fuerza y al método isotónico en régimen tanto concéntrico como excéntrico de trabajo muscular. Los remeros, los nadadores y los ciclistas deben estructurar su preparación de fuerza con los métodos isocinético y concéntrico. Los lanzadores de martillo, saltadores de altura, longitud, lanzadores de peso de-

ben orientarse hacia los métodos explosivo, concéntrico y excéntrico.

Para la práctica deportiva presenta gran interés el mecanismo de la interacción de los efectos logrados del entrenamiento de fuerza con la aplicación de distintos métodos en programas mixtos. La aplicación de distintos métodos de preparación de fuerza equilibra el efecto polifacético y no permite sumar los efectos de los distintos métodos. Ello significa que la utilización paralela de los métodos concéntrico, excéntrico e isocinético puede provocar un aumento importante (desde 0,5 hasta un 2% en cada sesión de entrenamiento) de la fuerza registrada en cualquier régimen. Sin embargo, el nivel medio del aumento de la fuerza es inferior al del entrenamiento sólo con el método isotónico únicamente si el test se realiza con el mismo método. Si el test se realiza en condiciones isométricas, las diferencias en el aumento de la fuerza se mitigan o incluso pueden registrar índices más altos en las personas que han utilizado un programa mixto de entrenamiento.

No menos importante es tener en cuenta las leyes del incremento de la fuerza cuando se utilizan distintos métodos. Por ejemplo, investigaciones especiales han demostrado (Atha, 1980) que el aumento de fuerza más importante al principio del período de preparación corresponde al método isométrico. Posteriormente su eficacia disminuye. Por el contrario, el método excéntrico se caracteriza por una baja eficacia en la etapa inicial de la preparación de fuerza y una mayor eficacia en la etapa posterior. El método isocinético ocupa un lugar intermedio y se caracteriza por un aumento equilibrado de la fuerza.

Métodos	**Semanas de entrenamiento**											
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Isométrico	20	20	20	20	10	10	10	10	5	-	-	-
Concéntrico	70	70	50	45	40	35	30	30	30	30	30	35
Excéntrico	5	5	10	10	15	15	15	15	20	20	20	20
Resist. alt.	5	5	15	15	15	15	20	25	25	30	30	30
Isocinético	-	-	5	10	10	15	15	15	15	15	10	5
Pliométrico	-	-	-	-	5	5	5	5	10	10	10	10

Cuadro 8. *Correlación entre los distintos métodos de preparación de fuerza en la etapa de preparación de base (en porcentaje del volumen total de preparación de fuerza).*

Si hacemos abstracción del carácter específico de la modalidad deportiva, podemos proponer un ejemplo de correlación de los distintos métodos durante una preparación de fuerza de 12 semanas de duración (cuadro 8).

Dicha correlación puede ser eficaz para deportistas especialistas en distintas modalidades en la etapa básica de la preparación de varios años de duración. Puede asimismo resultar eficaz en la etapa de la preparación para los deportes que exigen altos componentes de fuerza en distintos regímenes de trabajo muscular (gimnasia artística, distintos tipos de lucha, juegos deportivos de equipo como el rugby, el hockey, el waterpolo).

El carácter específico de las distintas modalidades deportivas deja una huella importante en la correlación de los distintos métodos de preparación de fuerza.

Los cuadros 9 y 10 presentan un ejemplo de correlación de los diferentes métodos de preparación de fuerza para distintos deportistas. Como podemos ver, las modalidades de fuerza-velocidad (saltos y lanzamientos atléticos, halterofilia) exigen la aplicación de ejercicios ejecutados con el método isométrico para la fuerza máxima, método excéntrico para la fuerza máxima y fuerza-velocidad, y de choque para la fuerza-velocidad. Los representantes de las modalidades cíclicas estructuran preferentemente su preparación de fuerza en el método concéntrico, el método de resistencia variable y el isocinético, que permiten desarrollar la fuerza de los deportistas en

Métodos	Semanas de entrenamiento											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Isométrico	30	30	20	20	15	15	10	5	-	-	-	-
Concéntrico	60	55	55	45	40	30	30	20	20	25	35	40
Excéntrico	5	10	10	15	15	20	20	25	25	25	20	25
Resist. alt.	-	-	10	10	15	15	15	20	20	20	15	15
Isocinético	-	-	-	-	5	5	10	15	15	10	5	-
Pliométrico	5	5	5	10	10	15	15	15	20	20	20	20

Cuadro 9. *Correlación entre los distintos métodos de preparación de fuerza de lanzadores de peso, saltadores de altura, longitud, triple salto y halterofilos, medidas en la etapa de la preparación (en porcentaje del volumen total).*

Métodos	Semanas de entrenamiento											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Isométrico	10	15	15	10	10	5	-	-	-	-	-	-
Concéntrico	50	45	45	40	35	30	30	25	25	35	40	50
Excéntrico	-	-	-	-	5	10	10	10	10	5	5	-
Resist. alt.	20	20	20	25	25	25	25	30	30	25	20	20
Pliométrico	-	-	-	-	-	5	4	5	5	10	10	5

Cuadro 10. *Correlación entre los distintos métodos de preparación de fuerza de nadadores, remeros, corredores de medio fondo en la etapa de la preparación (en porcentaje del volumen total).*

estricto acuerdo con las exigencias de la modalidad deportiva.

EJERCICIOS PARA DESARROLLAR LA FUERZA

Presentamos en este apartado los ejercicios más divulgados en diferentes modalidades deportivas para desarrollar la fuerza de los grupos musculares: del cuello, cintura escapular, miembro superior, pecho, espalda, zona abdominal y extremidades inferiores. Sin embargo, antes de pasar a enumerar los ejercicios, examinaremos los músculos que intervienen en los distintos movimientos característicos de los ejercicios de fuerza.

Los cuadros 11-15 representan los principales tipos de movimientos y de músculos que intervienen en estos movimientos.

Para disponer de una información más concreta, las ilustraciones 40-43 presentan los principales músculos que permiten ejecutar los movimientos de los ejercicios que expondremos más abajo. Esta información permite a entrenadores y deportistas elegir racionalmente los ejercicios teniendo en cuenta su finalidad concreta para desarrollar la fuerza de cada grupo muscular y de cada músculo. Las ilustraciones representan los músculos fundamentales que intervienen en los movimientos característicos de distintas modalidades deportivas.

Iniciaremos el análisis de los ejercicios concretos para desarrollar la fuerza. Los ejercicios se dividen en dos grandes grupos. En el primero figuran los ejercicios de preparación general para desarrollar la fuerza de los distintos grupos musculares (cuello, cintura escapular, brazos, pecho, espalda, zona abdominal, extremidades inferiores). El segundo grupo abarca los ejercicios de preparación especial que permiten desarrollar la fuerza de acuerdo con las exigencias de una modalidad deportiva concreta.

Movimientos	Músculos que realizan el movimiento	Observaciones
Flexión del cuello y la cabeza	Largo de la cabeza Largo del cuello Recto ventral de la cabeza Recto lateral de la cabeza Escaleno ventral y medio Esternocleidomastoideo	Lo realizan músculos situados en la parte anterior de la columna vertebral, con contracción simultánea del lado derecho e izquierdo
Extensión del cuello y la cabeza	Trapecio Esplenio Esternocleidomastoideo Músculo dorsal transverso Músculo erector de la espalda Recto dorsal mayor de la cabeza Recto dorsal menor de la cabeza Músculo oblicuo interno de la cabeza Angular de la escápula	Lo realizan los músculos insertados en la base del cráneo y situados en la parte posterior de la columna vertebral, con contracción simultánea del derecho e izquierdo
Rotación de la cabeza y cuello	Esplenio Esternocleidomastoideo Oblicuo inferior de la cabeza Recto lateral de la cabeza Dorsal largo	Se realiza gracias a los músculos cuyas fibras tienen dirección oblicua respecto al eje vertical
Movimientos circulantes de la cabeza y cuello	Omohioideo	Son el resultado de la contracción de los flexores y extensores
Flexión lateral de la cabeza y cuello		Se produce con la contracción simultánea en un lado de los flexores y extensores (la flexión se hace hacia el lado donde se contraen los músculos). Ello significa que en la flexión y extensión de la cabeza y cuello los flexores y extensores funcionan como agonistas en ambos lados del cuerpo y entre ellos tienen una relación antagonista. En la flexiones laterales, los extensores y flexores trabajan en un lado del cuerpo, actuando como antagonistas respecto a los músculos del lado contrario. Ello confirma que el antagonismo y el sinergismo reflejan interacciones funcionales entre los grupos musculares durante la ejecución de los distintos movimientos

Cuadro 11. *Músculos que intervienen en los movimientos de la cabeza y el cuello.*

Movimientos	Músculos que realizan el movimiento	Observaciones
Movimiento hacia adelante	Pectoral mayor y menor Serrato anterior	Se acompaña de una separación del omóplato de la columna vertebral
Movimiento hacia atrás	Trapecio Angular de la escápula Dorsal ancho	Se acompaña de una abducción hacia la columna
Elevación de la cintura escapular	Trapecio Angular de la escápula Romboides mayor y menor Estenocleidomastoideo	Se produce con la contracción simultánea de los músculos citatados
Movimiento de la escápula hacia abajo	Pectoral mayor y menor Subclavio Trapecio Serrato anterior Dorsal ancho	Bastante relajación de los músculos que elevan la escápula. Los músculos citados permiten un movimiento activo hacia abajo
Rotación del omóplato hacia afuera (elevación de la cintura escapular)		El movimiento se produce gracias a la acción de un par de fuerzas formado por las partes superior e inferior del trapecio y a la de la contracción del serrato anterior
Rotación del omóplato hacia adentro	Pectoral mayor y menor Romboides mayor Dorsal ancho	El movimiento se produce con la acción de la fuerza de tracción de la extremidad superior.
Movimiento circular		Se produce mediante la contracción consecutiva de todos los músculos que actúan en la cintura escapular

Cuadro 12. *Músculos que intervienen en los movimientos de la cintura escapular.*

Movimientos	Músculos que realizan el movimiento	Observaciones
Abducción del hombro	Deltoides Supraespinoso	
Adducción del hombro	Pectoral mayor Dorsal ancho Infraespinoso Redondo mayor y menor Subescapular Porción larga del tríceps Coracobraquial	

(Continuación **Tabla 13**)

Movimientos	Músculos que realizan el movimiento	Observaciones
Flexión del hombro	Deltoides Pectoral mayor Coracobraquial Bíceps	
Extensión del hombro	Deltoides Dorsal ancho Infraespinoso Redondo mayor y menor Tríceps	
Pronación del hombro	Subescapular Pectoral mayor Deltoides Dorsal ancho Redondo mayor Coracobraquial	
Supinación del hombro	Infraespinoso Redondo menor Deltoides	
Movimiento circular del hombro		El movimiento se produce en la contracción consecutiva de todos los músculos situados alrededor de la articulación del hombro
Flexión del antebrazo	Bíceps Braquial anterior Supinador largo Pronador redondo	Intervienen también los músculos desde el tendón del húmero hasta el antebrazo y la mano
Extensión del antebrazo	Tríceps Ancóneo	
Pronación del antebrazo	Pronador redondo Pronador cuadrado Supinador largo	Intervienen en el movimiento con la posición de partida supina del antebrazo.
Supinación del antebrazo	Bíceps Supinador corto Supinador largo	El movimiento es realizado por los músculos citados en la posición de pronación del antebrazo
Flexión de la mano	Palmar mayor Cubital anterior Palmar menor Flexor común superficial de los dedos Flexor común profundo de los dedos Flexor largo propio del pulgar	

Extensión de la mano	Primer radial externo Segundo radial externo Extensor común de los dedos Extensor propio del índice Extensor propio del meñique Extensor largo del pulgar	
Adducción de la mano	Cubital anterior Cubital posterior	También intervienen los flexores y los extensores cuyos tendones van hacia los dedos 4º y 5º
Abducción de la mano	Palmar mayor Primer radial externo Segundo radial externo Extensor largo del pulgar Extensor corto del pulgar	
Movimiento circular de la mano		Se produce como resultado de la contracción alterna de los flexores y los extensores

Cuadro 13. *Músculos que intervienen en los movimientos de la extremidad superior libre.*

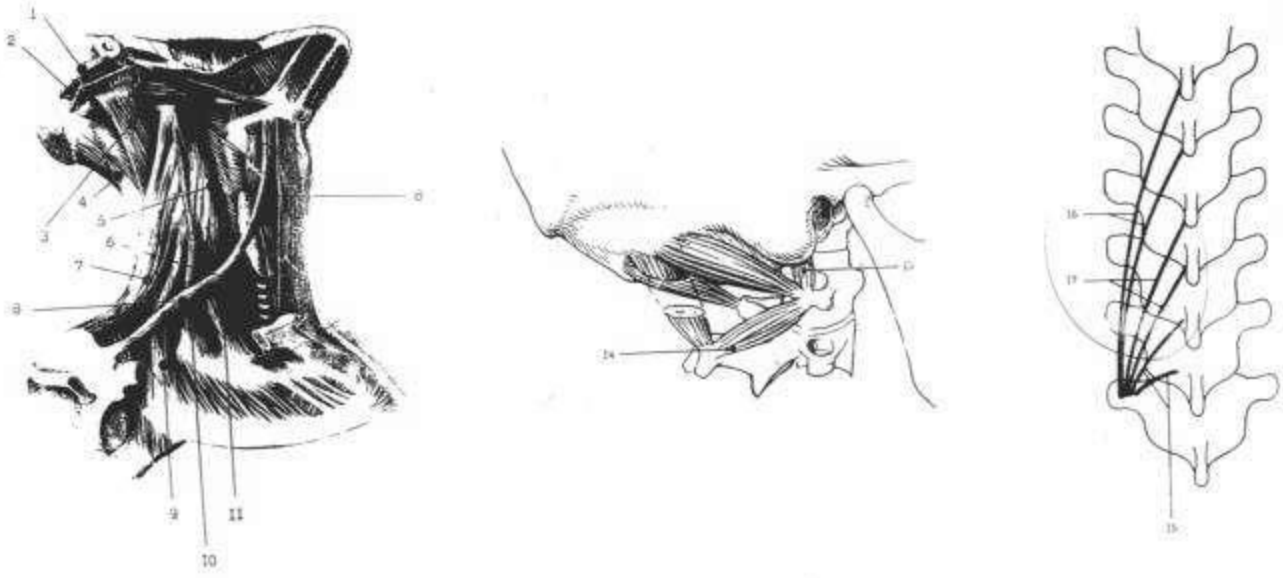
Movimientos	**Músculos que realizan el movimiento**	**Observaciones**
Flexión del tronco	Recto anterior Oblicuo mayor Oblicuo menor Psoasilíaco	Lo realizan los músculos situados en la superficie
Extensión del tronco	Erector espinal Epiespinales Trapecio Cuadrado lumbar	Lo realizan los músculos situados en la superficie posterior del cuerpo
Flexión lateral		El movimiento se produce con la contracción simultánea de los flexores y extensores de la columna a un lado del tronco completada con el trabajo de otros músculos: cuadrado del tronco, romboides e intercostales, serrato inferior posterior
Rotación del tronco alrededor del eje vertical	Rotadores Oblicuo mayor Oblicuo menor	Pueden intervenir los extensores del lado hacia donde se gira y los flexores del lado contrario
Movimientos circulares del tronco		Se producen con la contracción consecutiva de todos los grupos del tronco que realizan la flexión lateral y la flexión

Cuadro 14. *Músculos que intervienen en los movimientos del tronco.*

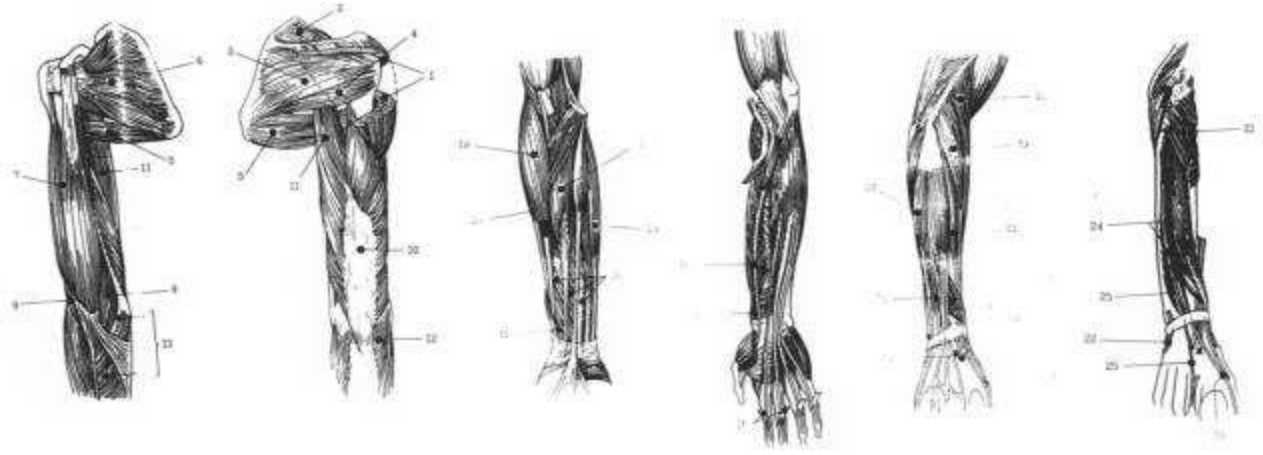
Movimientos	Músculos que realizan el movimiento	Observaciones
Flexión del muslo	Psoasilíaco Sartorio Tensor fascia lata Pectíneo Recto anterior	
Extensión del muslo	Glúteo mayor Bíceps femoral Semitendinoso Semimembranoso Adductor mayor	
Abducción del muslo	Glúteo mediano Glúteo menor Adductor mediano Adductor mayor Recto interno	
Supinación del muslo	Psoasilíaco Cuadrado crural Glúteo Sartorio Obturador interno y externo Piramidal de la pelvis	
Pronación del muslo	Tensor de la fascia lata Fascia anterior del glúteo mediano Semitendinoso Recto interno	La supinación y la pronación del muslo son más eficaces cuando se apoya el talón de la pierna estirada en el suelo que con la pierna, colgando. En el primer caso, los músculos que en el segundo están contraídos y su tono impide los movimientos giratorios del muslo alrededor del eje vertical por la articulación coxofemoral
Movimientos circulantes		Los realizan todos los grupos musculares situados alrededor de la articulación coxofemoral
Flexión de la pierna	Bíceps femoral Semitendinoso Semimembranoso Sartorio Rector interno Poplíteo Gemelo	
Extensión de la pierna	Cuádriceps	
Pronación de la pierna	Semitendinoso Semimembranoso	La pronación y la supinación de la pierna son sólo posibles durante la extensión, cuan-

	Sartorio Recto interno Gemelo interno Poplíteo	do los tibiales relajan los ligamentos laterales
Supinación de la pierna	Bíceps femoral Gemelo externo	
Flexión del pie	Tríceps sural Tibial posterior Flexor largo del dedo gordo Flexor largo de los dedos Peroneo lateral largo Peroneo lateral corto	
Extensión del pie	Tibial anterior Extensor largo de los dedos Extensor largo del dedo gordo	
Adducción del pie	Tibial anterior Tibial posterior	
Adducción del pie	Peroneo lateral corto Peroneo lateral largo	
Pronación del pie	Peroneo lateral largo Peroneo lateral corto	
Supinación del pie	Tibial anterior Extensor largo del dedo gordo	
Movimiento circular del pie		Se realiza con la acción consecutiva de los grupos musculares que se hallan alrededor de la articulación del pie
Movimientos de los dedos		Los realizan los músculos que van de la pierna hacia el pie

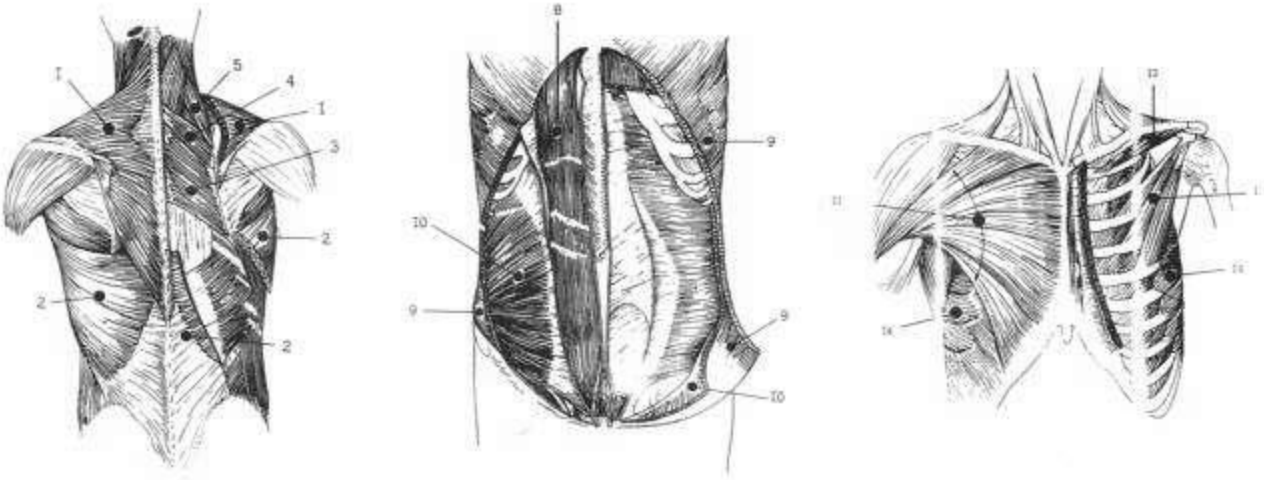
Cuadro 15. *Músculos que intervienen en los movimientos de las extremidades inferiores.*



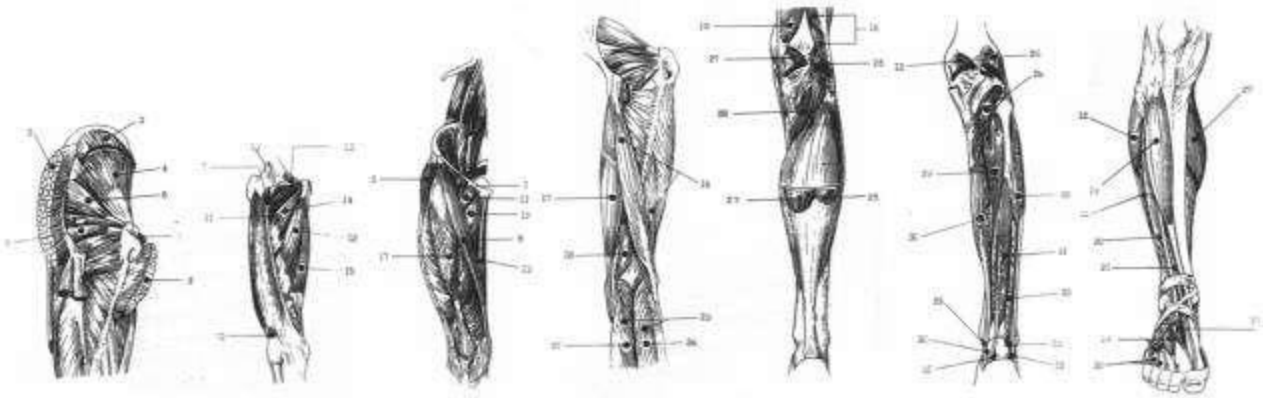
Ilustr.40. *Músculos que intervienen en los movimientos de la cabeza y el cuello. 1: esternocleidomastoideo, 2: esplenio de la cabeza, 3: Complexo menor, 4: semiespinoso de la cabeza, 5: largo de la cabeza, 6: largo del cuello, 7: elevador de la escápula, 8: omohioideo, 9: escaleno dorsal, 10: escaleno medio, 11: escaleno ventral, 12: oblicuo superior de la cabeza, 13: recto lateral de la cabeza, 14: oblicuo inferior de la cabeza, 15: escaleno dorsal, 16: escaleno medio, 17: escaleno ventral.*



Ilustr.41. *Músculos de las extremidades superiores. 1: deltoides, 2: trapecio, 3: infraespinoso, 4: redondo menor, 5: redondo mayor, 6: subescapular, 7: bíceps braquial, 8: coracobranquial 9: braquial anterior, 10: tríceps braquial, 11: porción larga del tríceps, 12: ancóneo, 13: pronador redondo, 14: palmar mayor, 15: cubital anterior, 16: flexor común superficial de los dedos, 17: flexor largo propio del pulgar, 18: pronador cuadrado, 19: supinador largo, 20: primer radial externo, 21: segundo radial externo, 22: cubital posterior, 23: supinador corto, 24: extensor largo del pulgar, 25: extensor propio del índice, 26: extensor propio del meñique.*



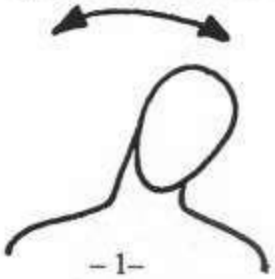
Ilustr.42. *Músculos del tronco: 1: trapecio, 2: dorsal ancho, 3: romboides mayor, 4: romboides menor, 5: angular del omóplato, 8: recto del abdomen, 9: oblicuo externo del abdomen, 10: oblicuo interno del abdomen, 11: pectoral mayor, 12: pectoral menor, 13: subclavio, 14: serrato mayor.*



Ilustr.43. *Músculos de las extremidades inferiores. 1: psoas ilíaco, 2: glúteo mayor, 3: glúteo mediano, 4: glúteo menor, 5: cuádriceps femoral, 6: piramidal de la pelvis, 7: obturador interno, 8: sartorio, 10: recto anterior, 11: pectíneo, 12: adductor mediano, 13: recto interno, 14: adductor menor, 15: adductor mayor, 16: bíceps femoral, 17: semitendinoso, 18: semimenbranoso, 19: tibial anterior, 20: extensor largo de los dedos, 21: extensor largo del dedo grueso, 22: peroneo lateral largo, 23: peroneo lateral corto, 25: gemelos, 26: gemelo externo, 27: gemelo interno, 28: poplíteo, 29: tibial posterior, 30: flexor largo de los dedos, 31: flexor largo del dedo gordo, 32: pedio (extensor corto del dedo gordo), 33: pedio (extensor corto de los dedos).*

Primer grupo: ejercicios de preparación general

Ejercicios para desarrollar la fuerza de los músculos del cuello (1-11).



–1–

–2–

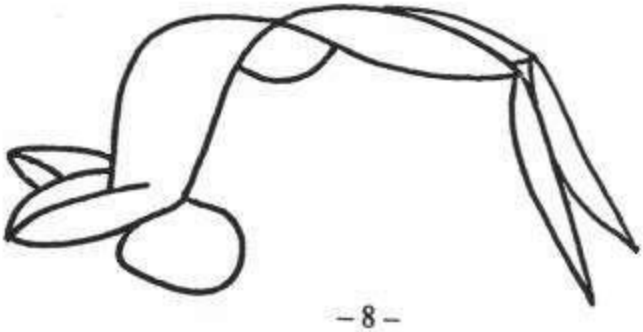
–3–

–4–

–5–

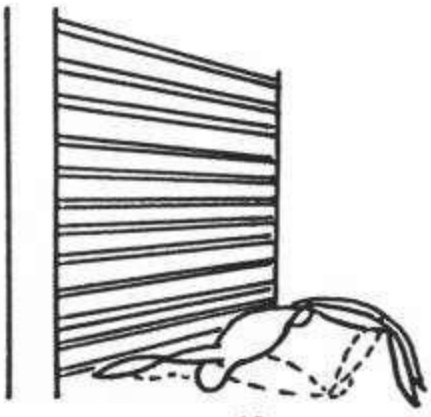
–6–

–7–

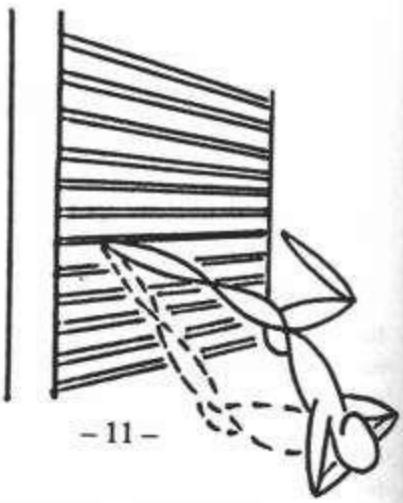


–8–

–9–

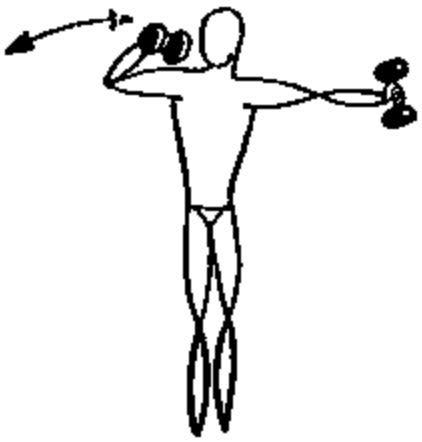


–10–



–11–

Ejercicios para desarrollar la fuerza de los músculos de los brazos (12-61).

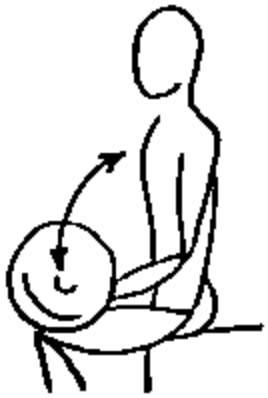


– 12 –

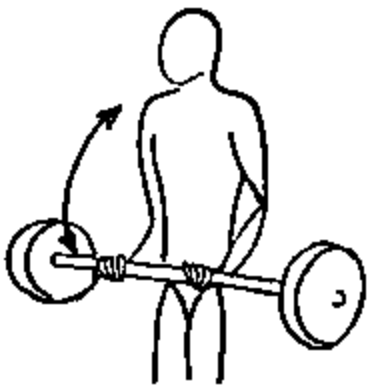
– 13 –

– 14 –

– 15 –



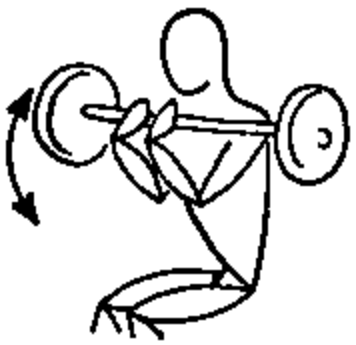
– 16 –



– 17 –

– 18 –

– 19 –



– 20 –

– 21 –

– 22 –

– 23 –

– 24 –

– 25 –

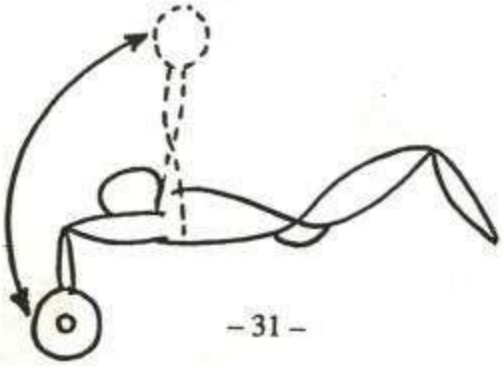
– 26 –

– 27 –

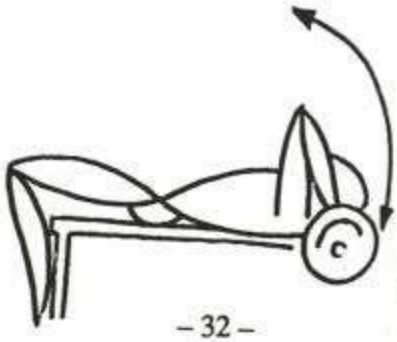
– 28 –

– 29 –

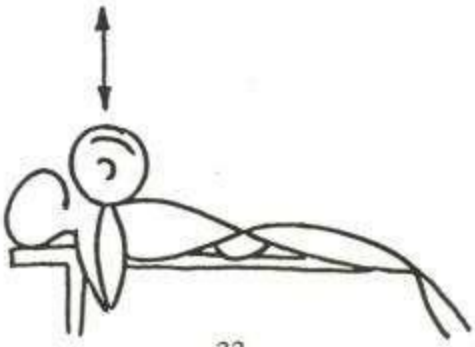
– 30 –



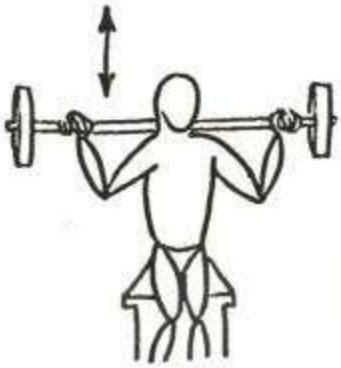
– 31 –



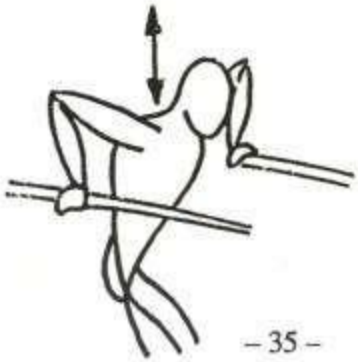
– 32 –



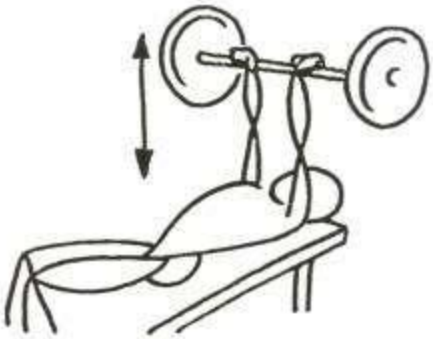
– 33 –



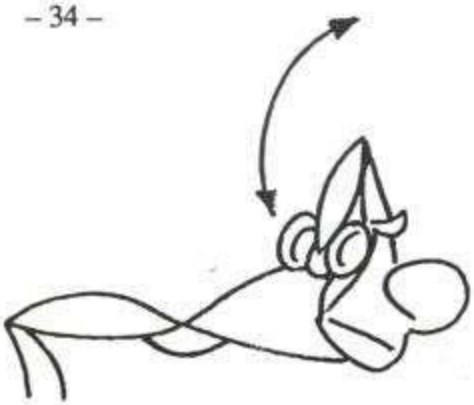
– 34 –



– 35 –

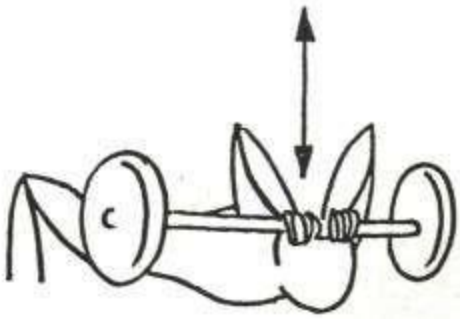


– 36 –

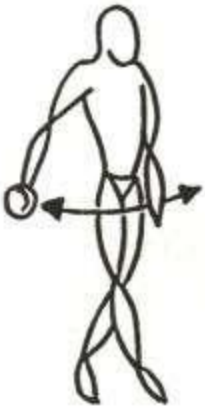


– 37 –

– 38 –

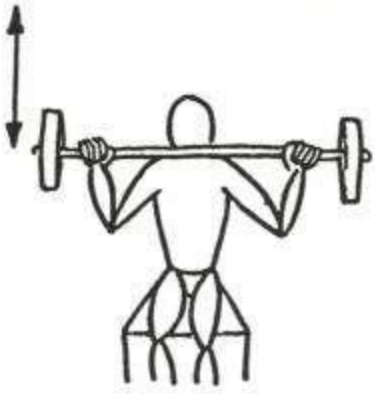


– 39 –



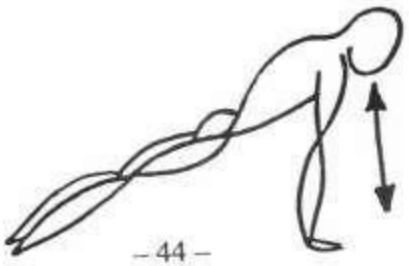
– 40 –

– 41 –

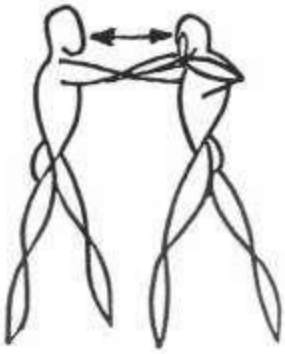


– 42 –

– 43 –



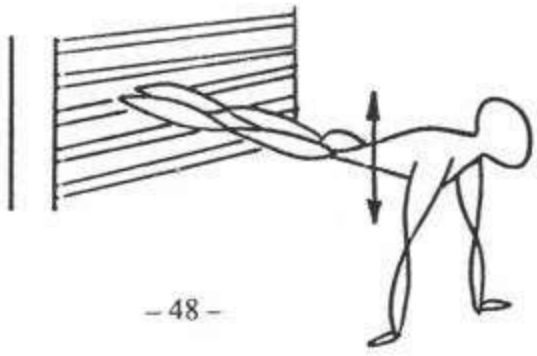
– 44 –



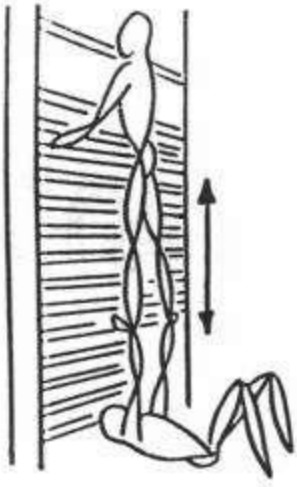
– 45 –

– 46 –

– 47 –



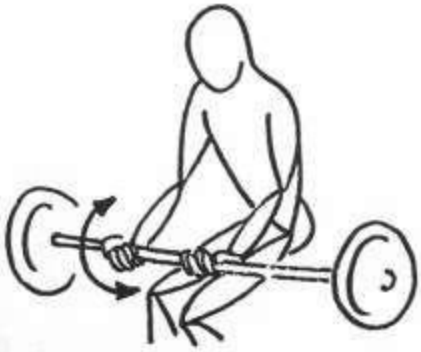
– 48 –



– 49 –

– 50 –

– 51 –



– 52 –

– 53 –

– 54 –

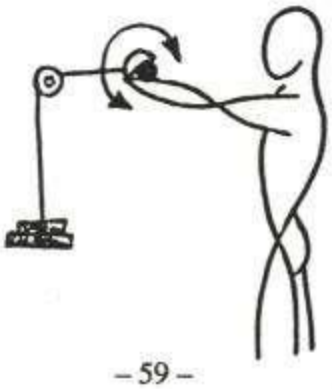
Ejercicios para desarrollar la fuerza de los músculos de la cintura escapular (62-115).

– 55 –

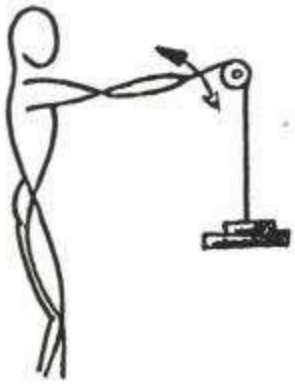
– 56 –

– 57 –

– 58 –



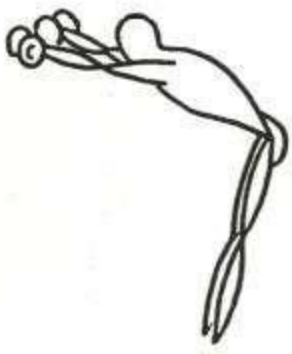
– 59 –



– 60 –

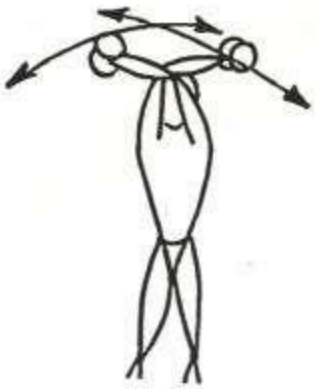
– 61 –

– 62 –



– 63 –

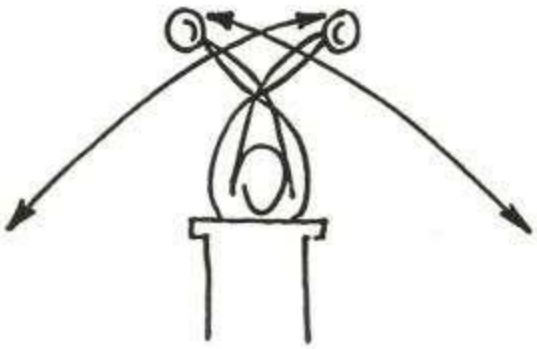
– 64 –



– 65 –

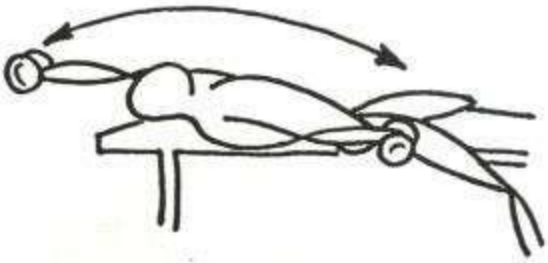
– 66 –

– 67 –

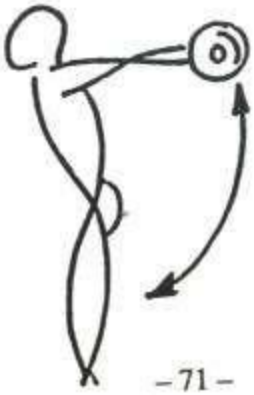


– 68–

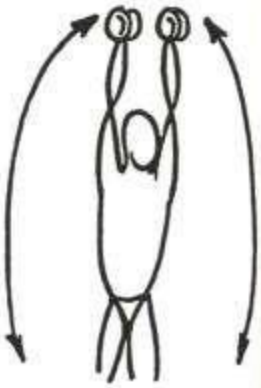
– 69 –



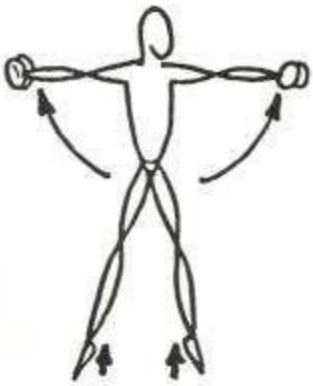
– 70 –



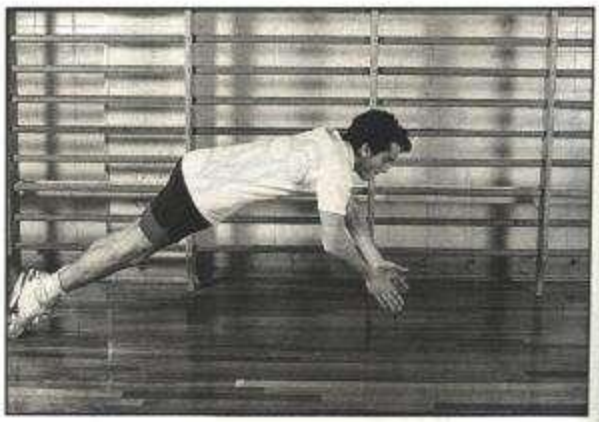
– 71 –



– 72 –



– 73 –

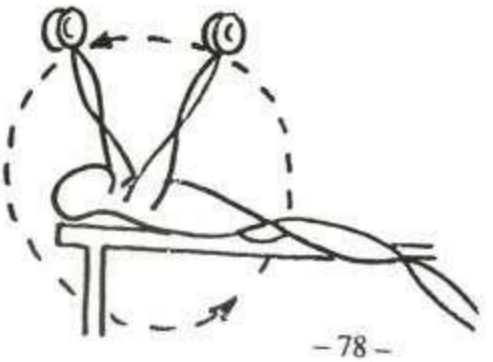


74

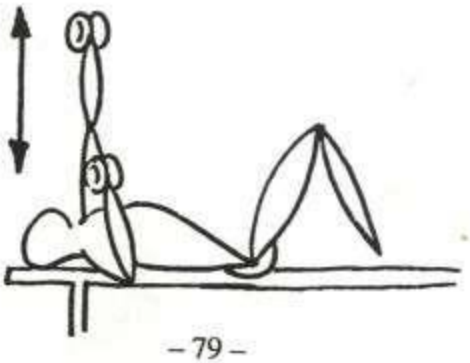
75

– 76 –

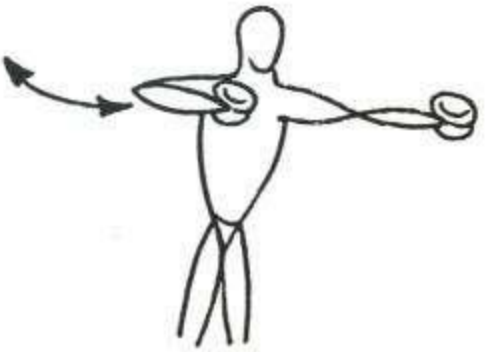
77



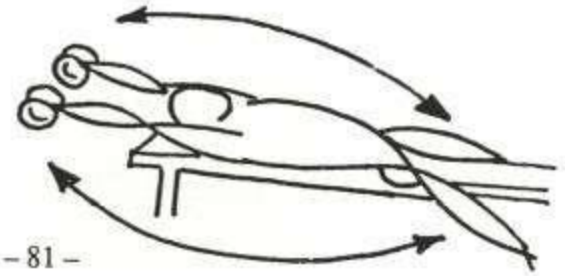
– 78 –



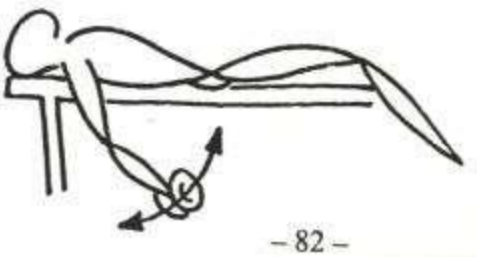
– 79 –



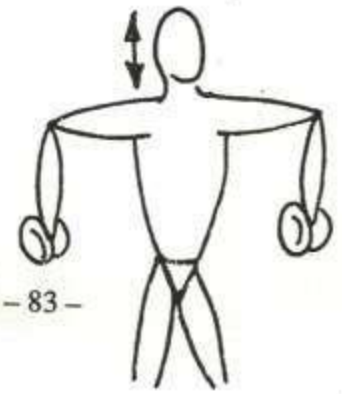
– 80 –



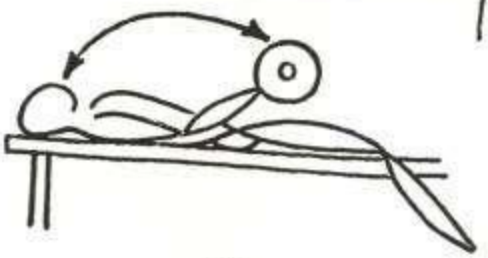
– 81 –



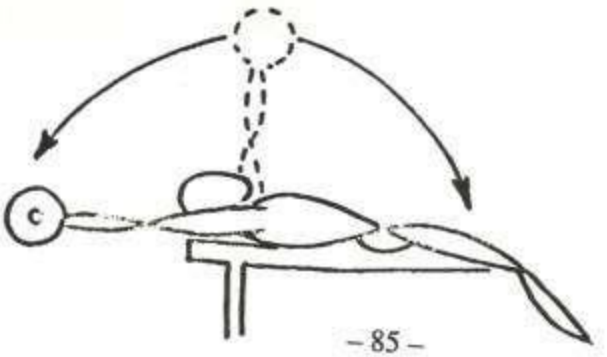
– 82 –



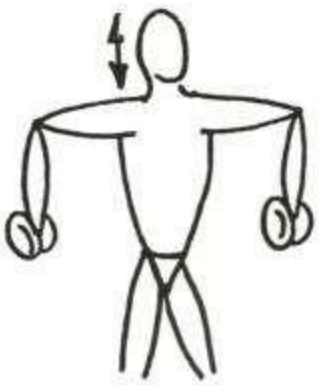
– 83 –



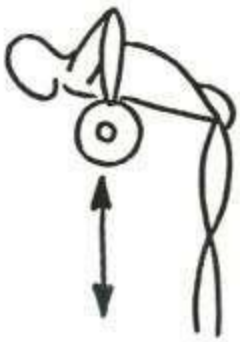
– 84 –

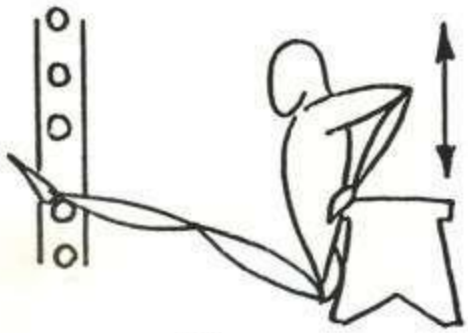


– 85 –

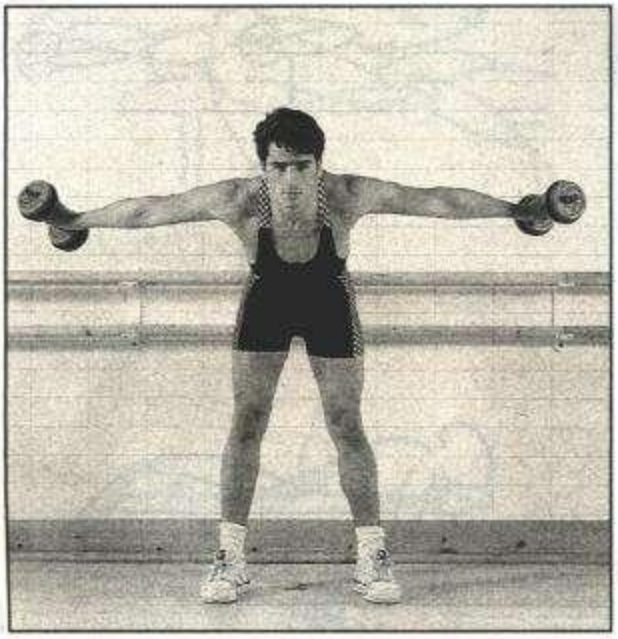


– 86 –

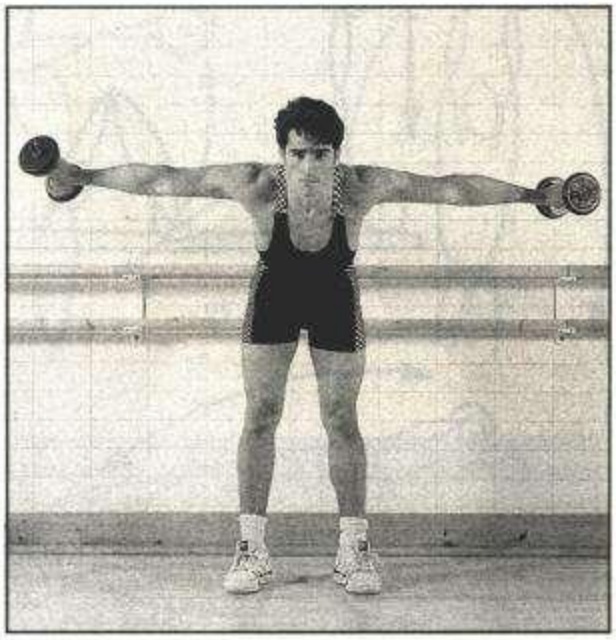




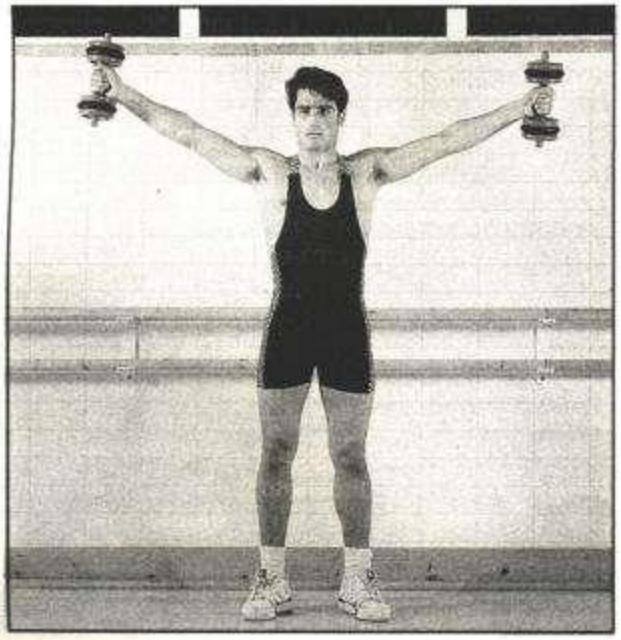
– 87 –



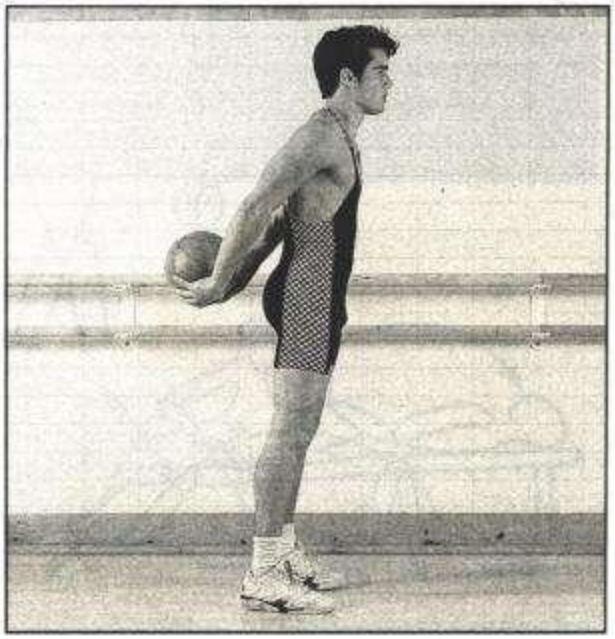
88



89



90



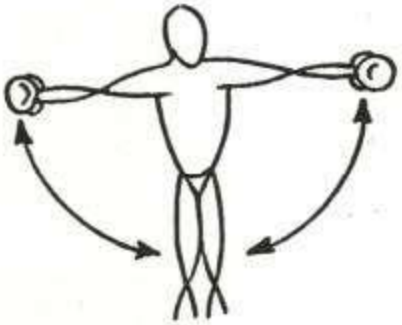
91

– 92 –

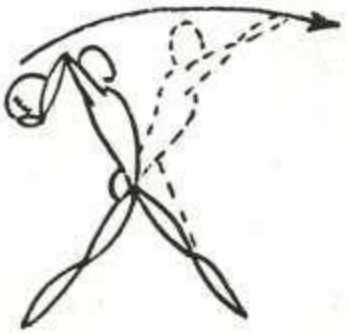
– 93 –

– 94 –

– 95 –

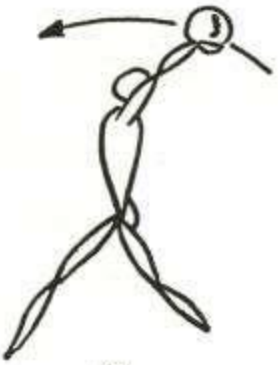


– 96 –

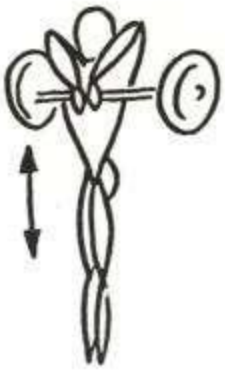


– 97 –

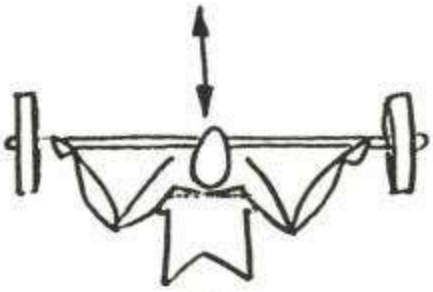
– 98–



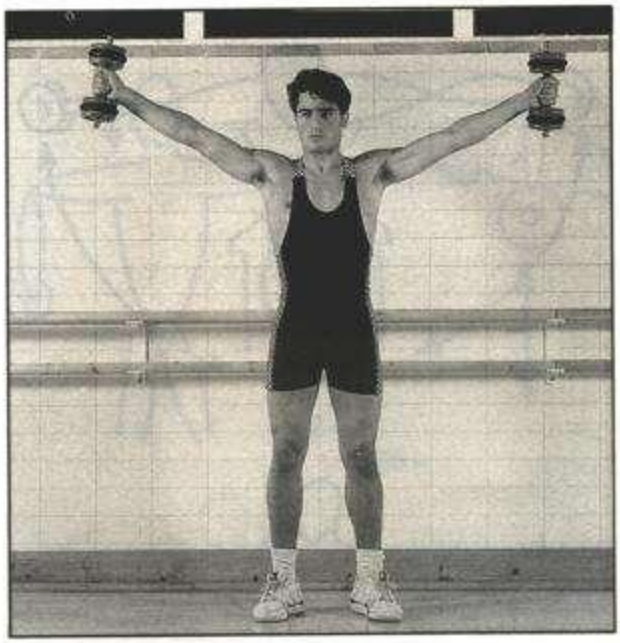
– 99 –



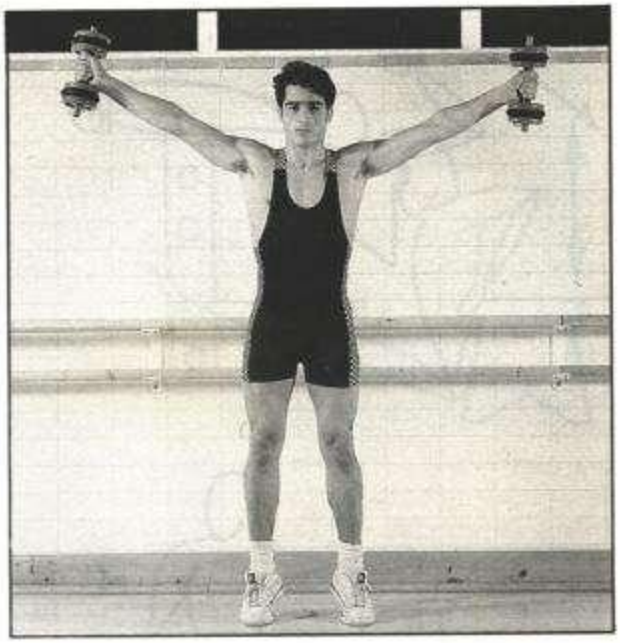
– 100 –



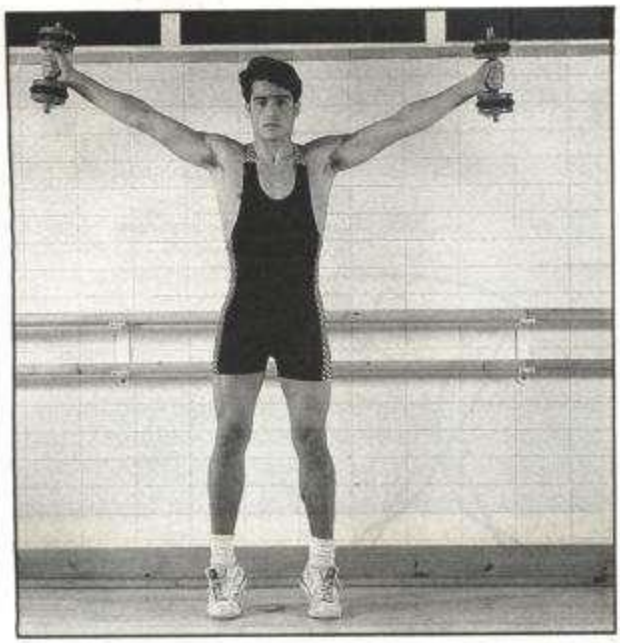
– 101–



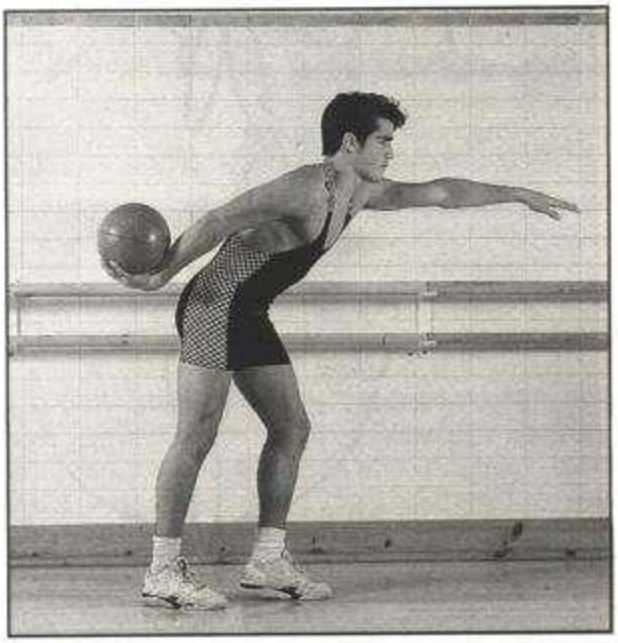
102



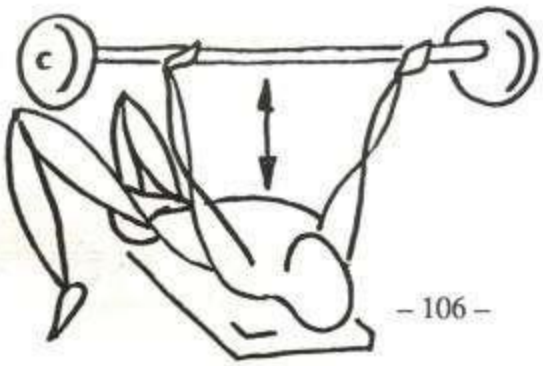
103



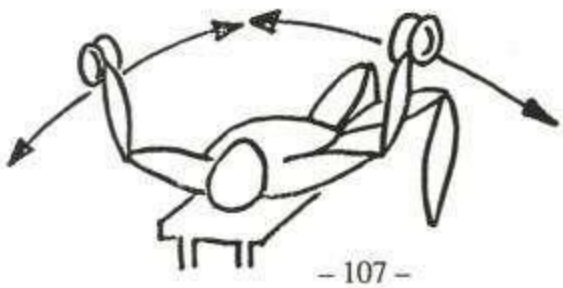
104



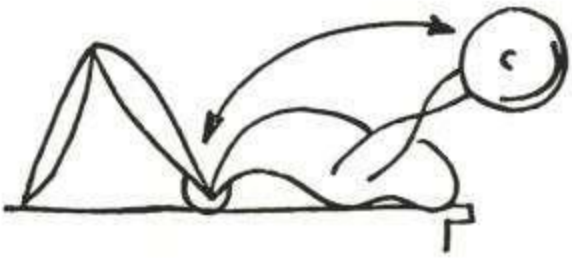
105



– 106 –



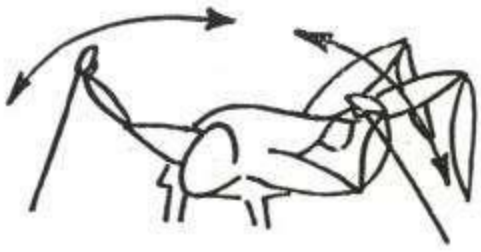
– 107 –



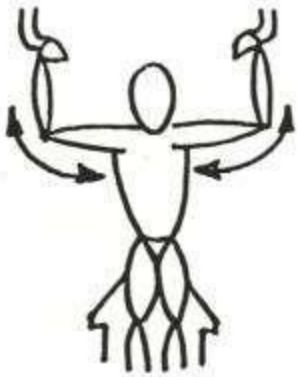
– 108 –

– 109 –

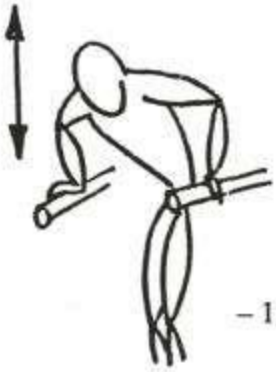
– 110 –



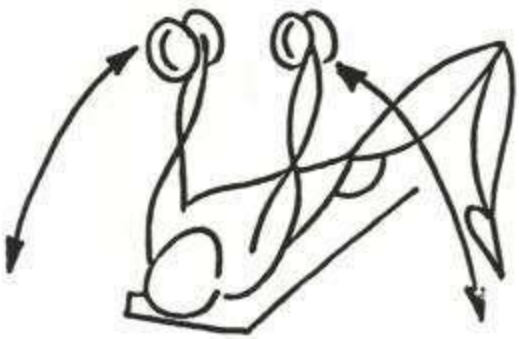
– 111 –



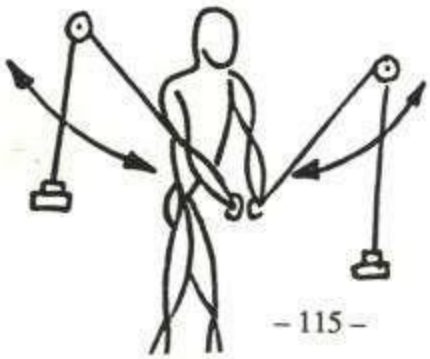
– 112 –



– 113 –

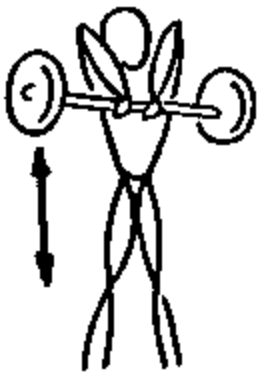


– 114 –



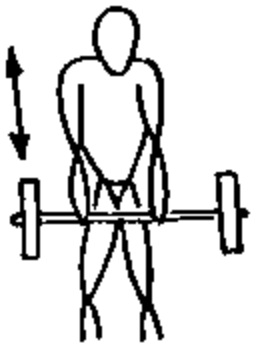
– 115 –

Ejercicios para desarrollar la fuerza de los pectorales (116-131).

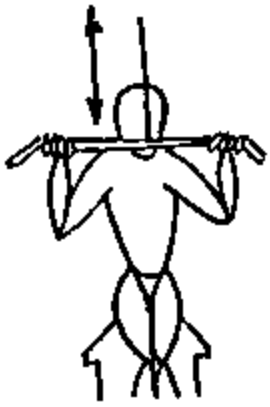


– 116 –

– 117 –

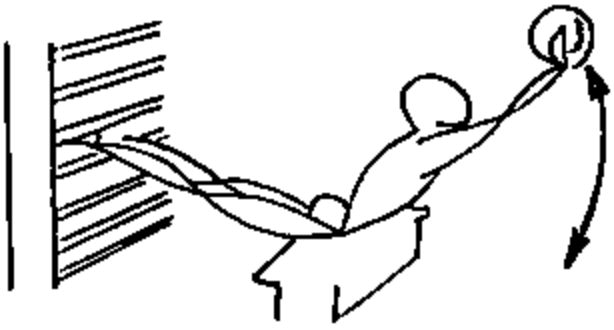


– 118 –



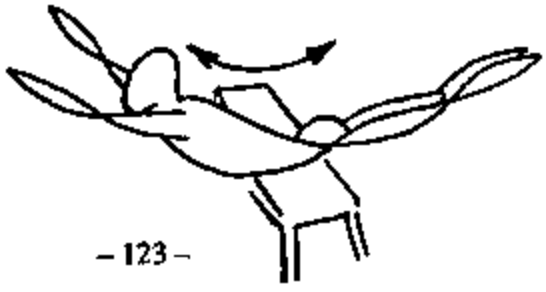
– 119 –

– 120 –

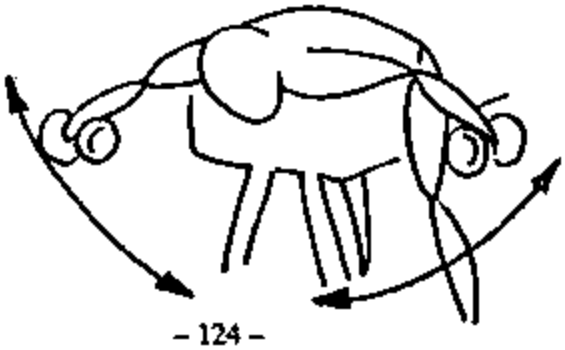


– 121 –

– 122 –

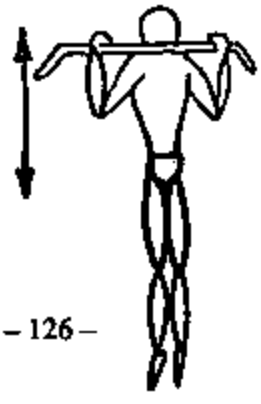


– 123 –

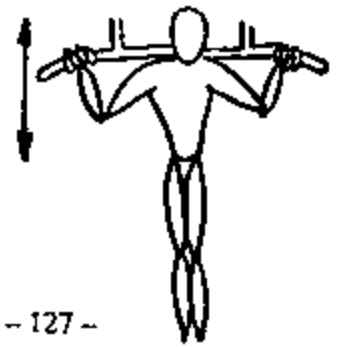


– 124 –

– 125 –

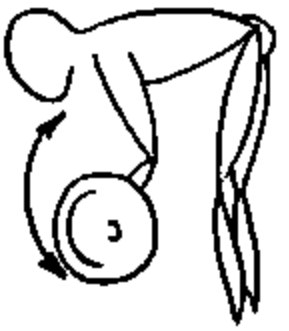


– 126 –

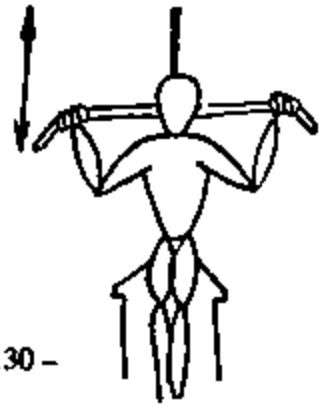


– 127 –

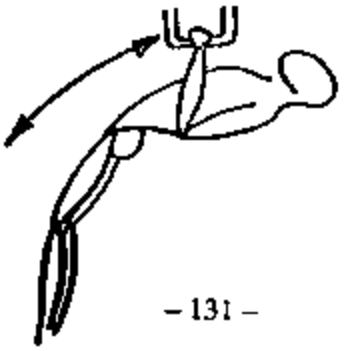
– 128 –



– 129 –

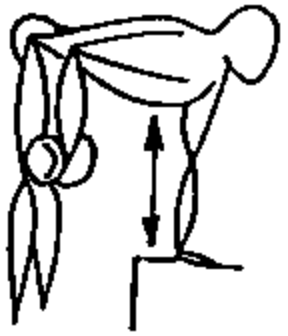


– 130 –

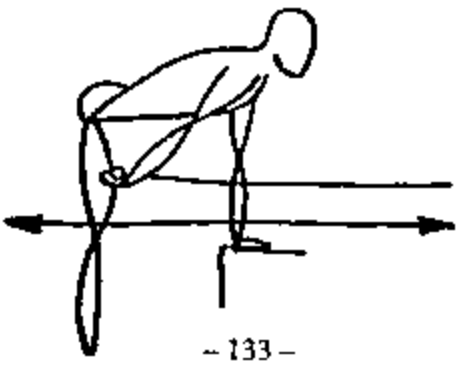


– 131 –

Ejercicios para desarrollar la fuerza de los dorsales (132-142).

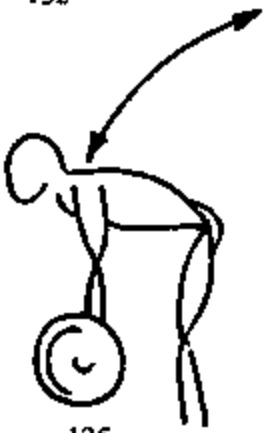


– 132 –



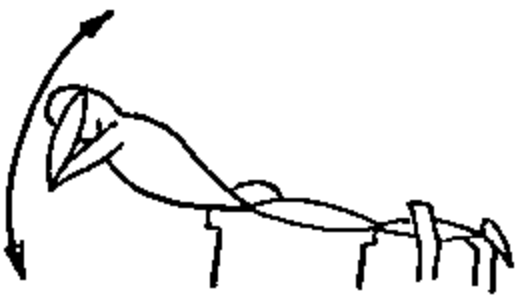
– 133 –

– 134 –

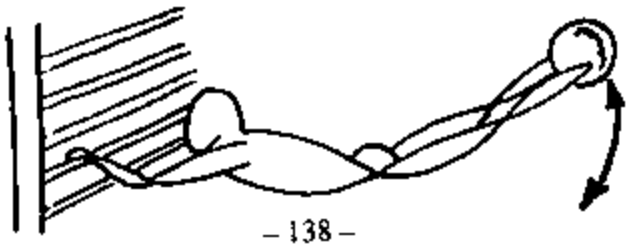


– 135 –

– 136 –

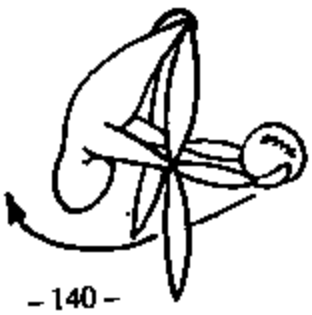


– 137 –



– 138 –

– 139 –



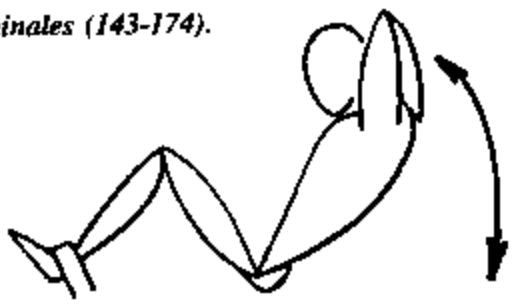
– 140 –

– 141 –

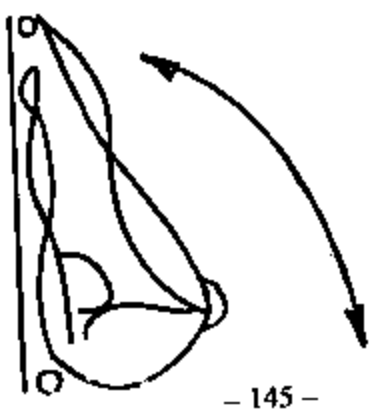
– 142 –

Ejercicios para desarrollar la fuerza de los abdominales (143-174).

– 143 –



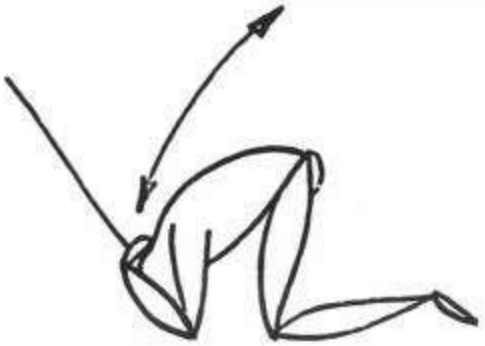
– 144 –



– 145 –

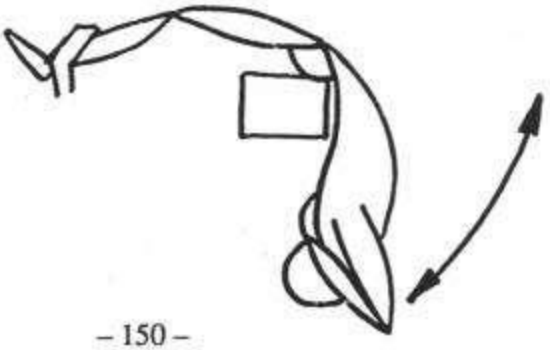
– 146 –

– 147 –

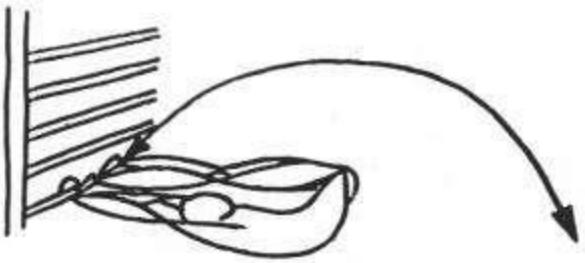


– 148 –

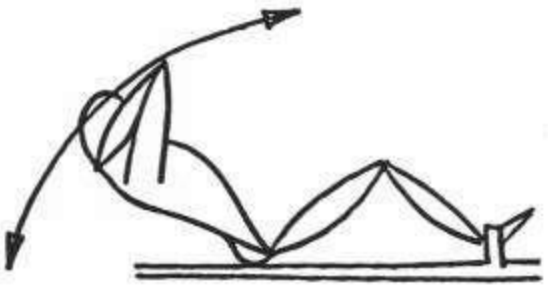
– 149 –



– 150 –



– 151 –

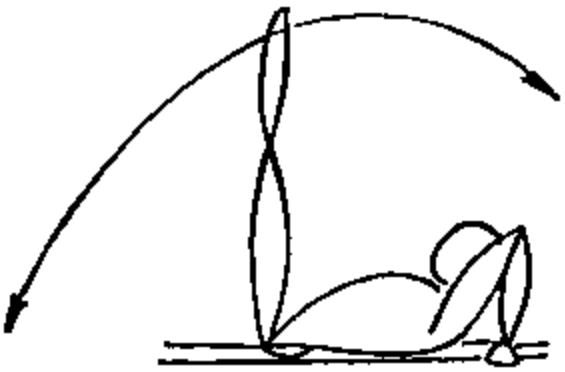


– 152 –

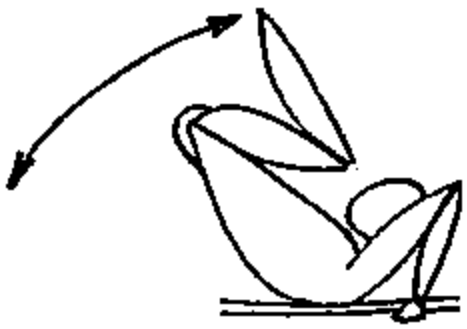
– 153 –

– 154 –

– 155 –

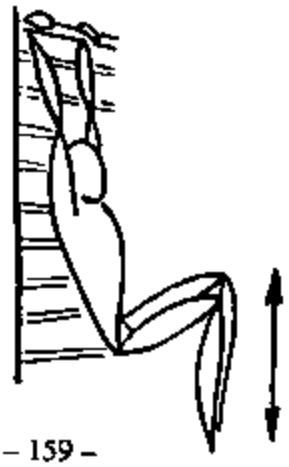


– 156 –

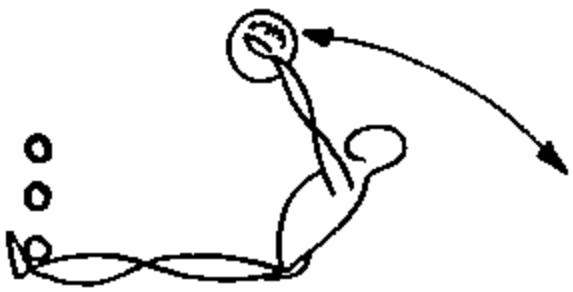


– 157 –

– 158 –



– 159 –



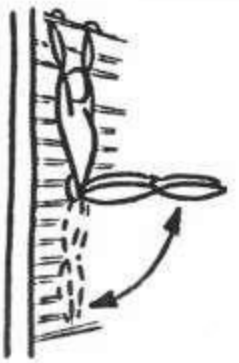
– 160 –

– 161 –

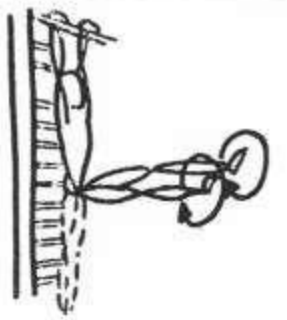
– 162 –

– 163 –

– 164 –

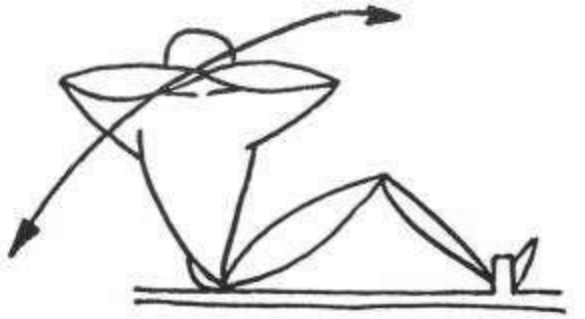


– 165 –



– 166 –

– 167 –

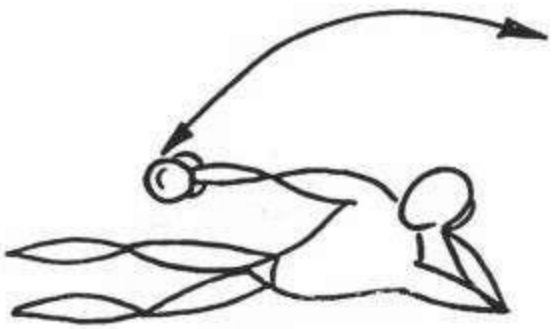


– 168 –

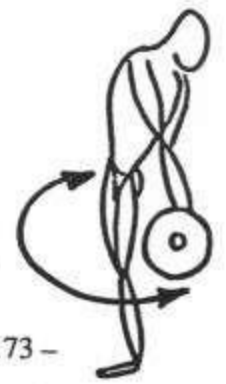
– 169 –

– 170 –

– 171 –



– 172 –

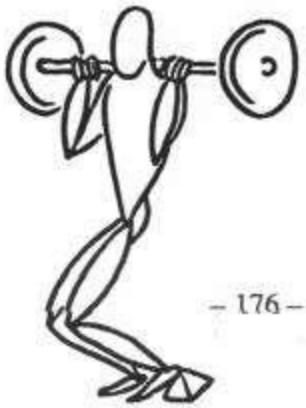


– 173 –

– 174 –

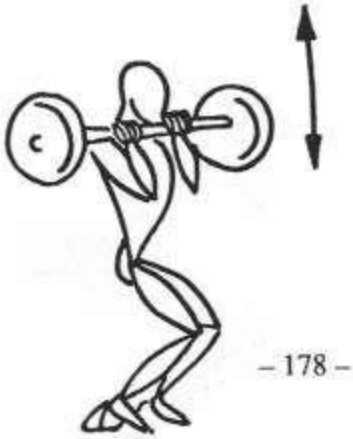
Ejercicios para desarrollar los músculos de las extremidades inferiores (175-217).

– 175 –

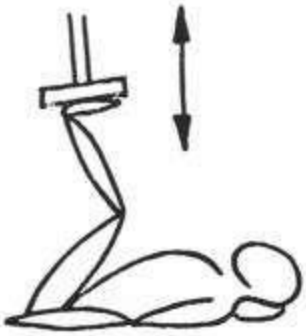


– 176 –

– 177 –



– 178 –

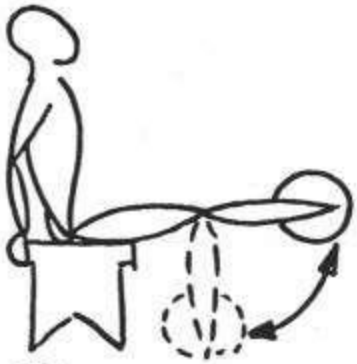


– 179 –

– 180 –

– 181 –

– 182 –



– 183 –

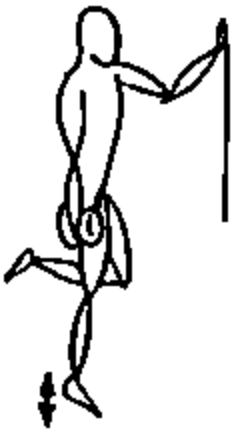
– 184 –

– 185 –

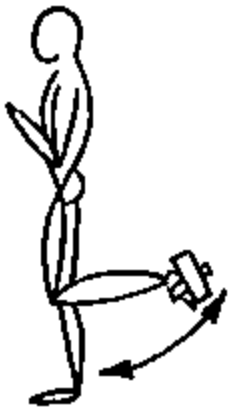
– 186 –

– 187 –

– 188 –



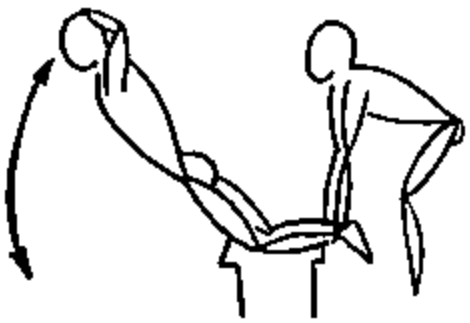
– 189 –



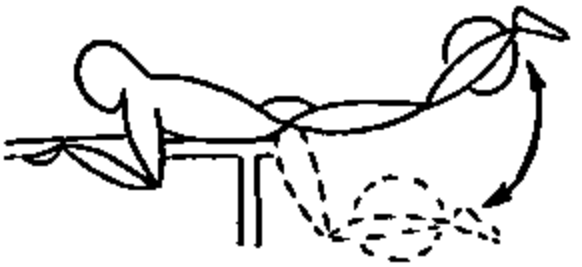
– 190 –

– 191 –

– 192 –



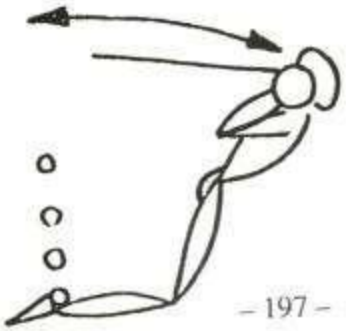
– 193 –



– 194 –

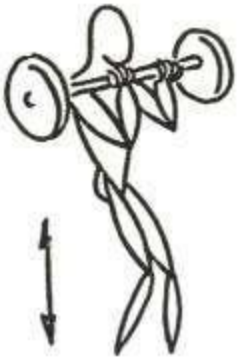
– 195 –

– 196 –



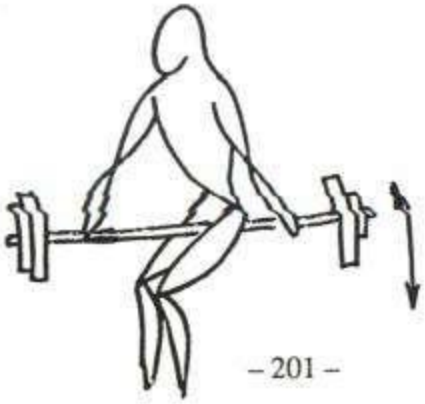
– 197 –

– 198–

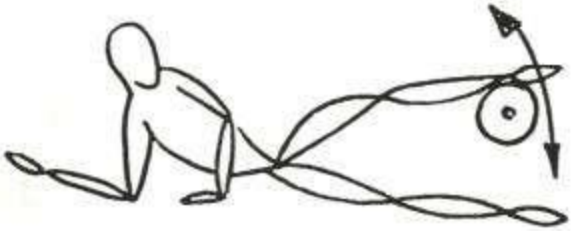


– 199 –

– 200 –



– 201 –



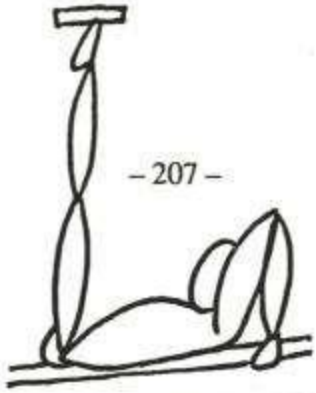
– 202 –

– 203 –

– 204 –

– 205 –

– 206 –



– 207 –

– 208 –

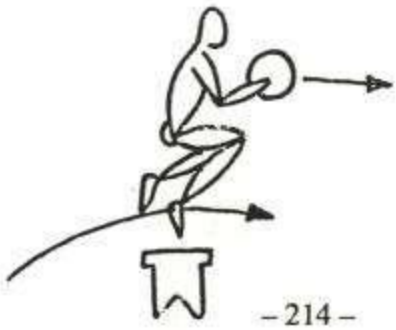
– 209 –

– 210 –

– 211 –

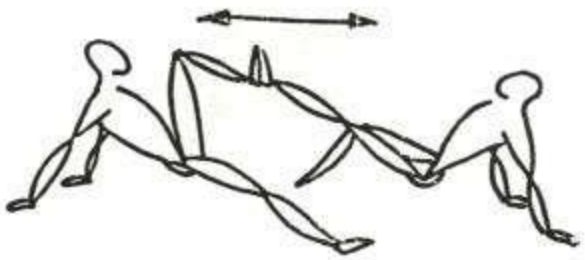
– 212 –

– 213 –

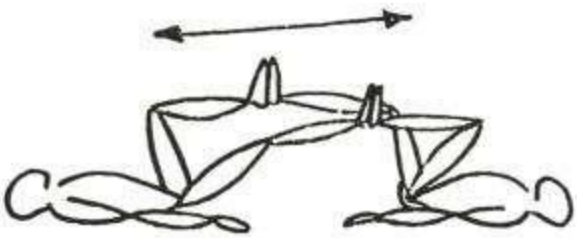


– 214 –

– 215 –



– 216 –

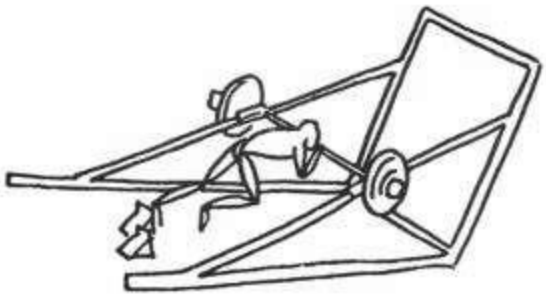


– 217 –

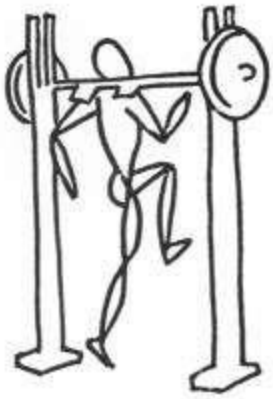
Segundo grupo: ejercicios de preparación especial

Atletismo

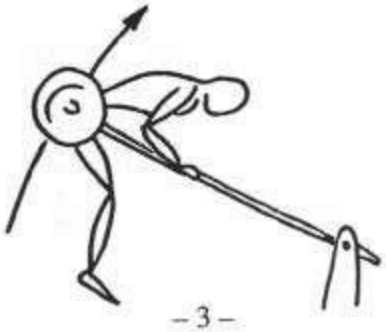
Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza de los corredores (1-8).



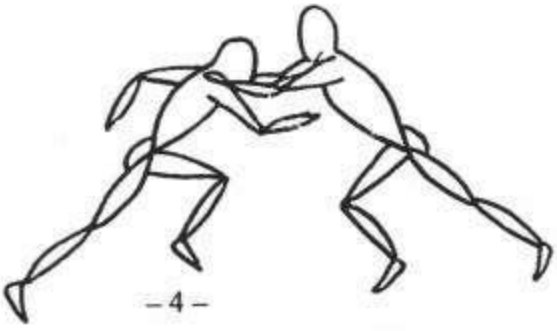
–1–



–2–



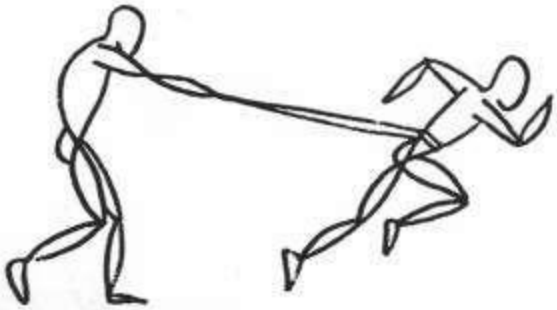
–3–



–4–

–5–

–6–

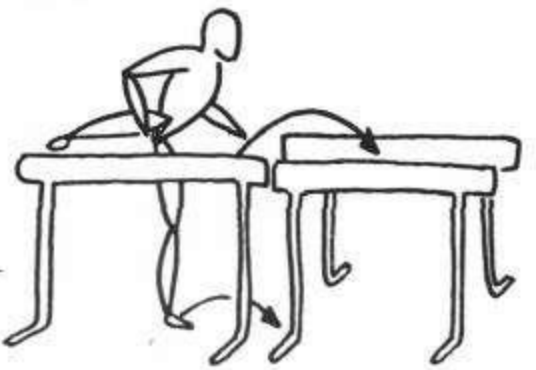


–7–

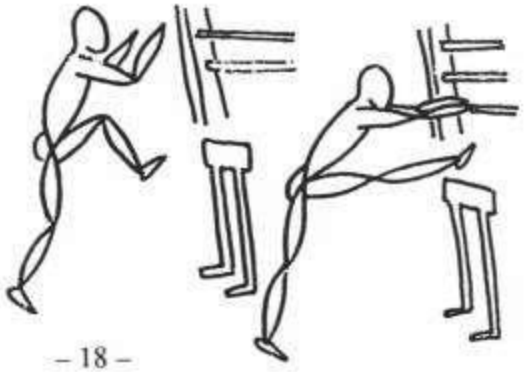
–8–

Ejercicios de preparación especial para desarrollar de la fuerza y de la flexibilidad de los vallistas (16-31).

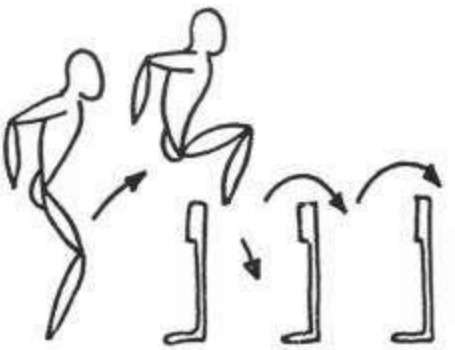
– 16 –



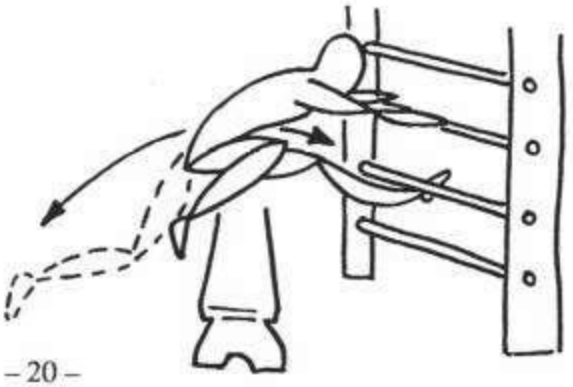
– 17 –



– 18 –



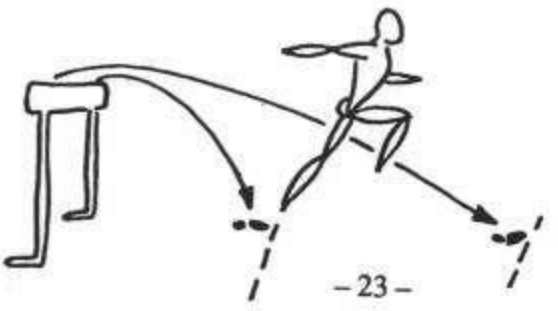
– 19 –



– 20 –

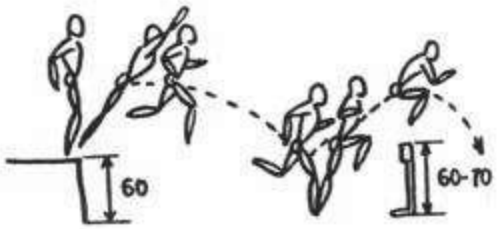
– 21 –

– 22 –

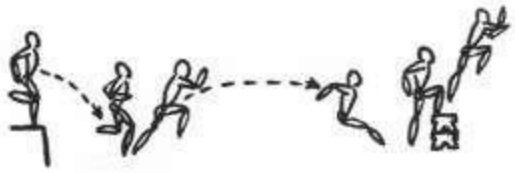


– 23 –

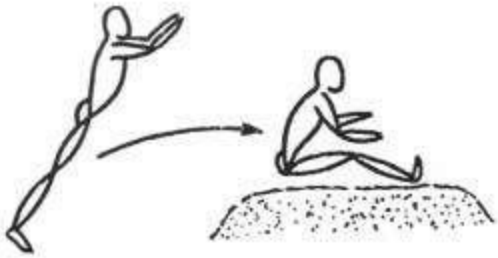
– 24 –



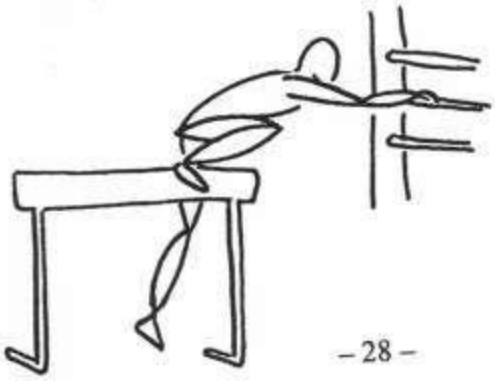
– 25 –



– 26 –



– 27 –



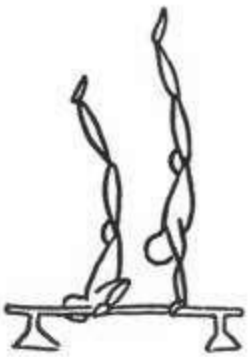
– 28 –

– 29 –

– 30 –

– 31 –

Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza y la coordinación de los saltadores de pértiga (32-55).



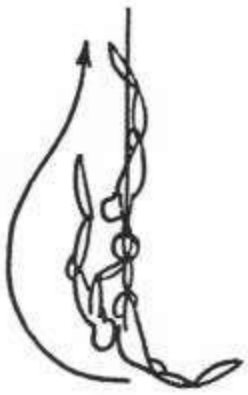
– 32 –

– 33 –

– 34 –

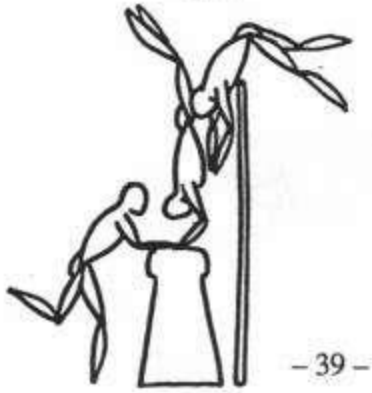
– 35 –

– 36 –

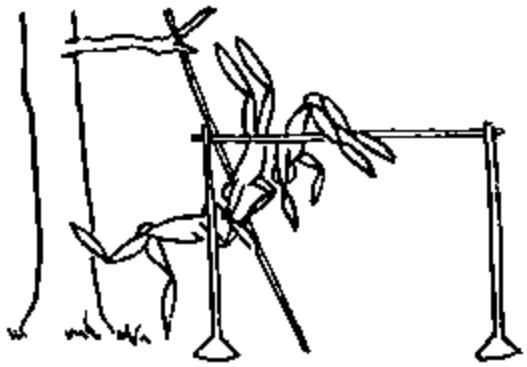


– 37 –

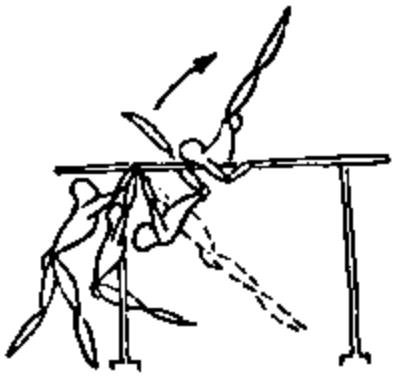
– 38 –



– 39 –



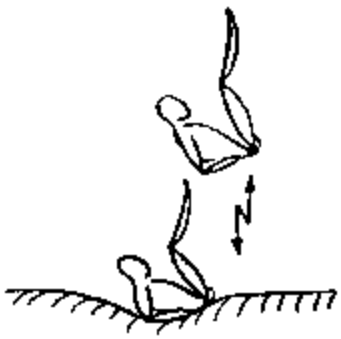
– 40 –



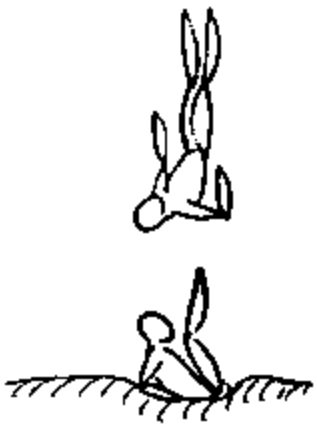
– 41 –

– 42 –

– 43 –



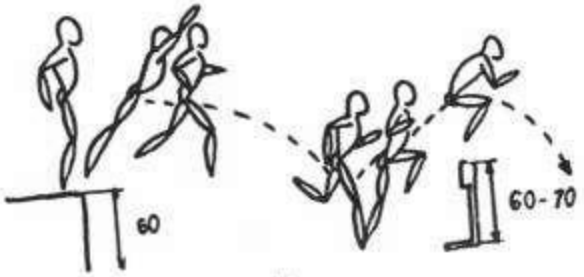
– 44 –



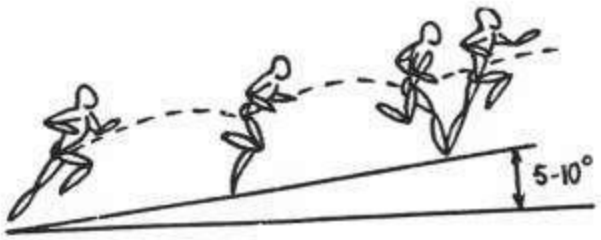
– 45 –

– 46 –

– 47 –

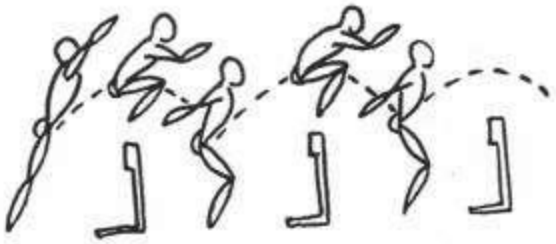


– 48 –

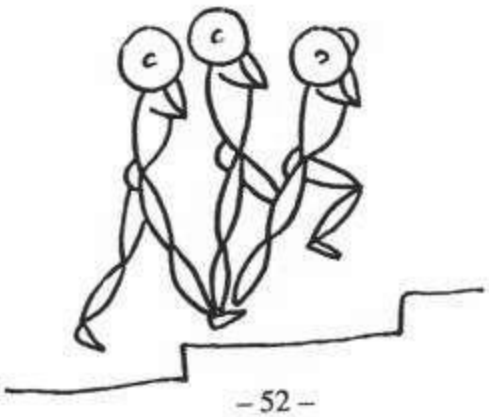


– 49 –

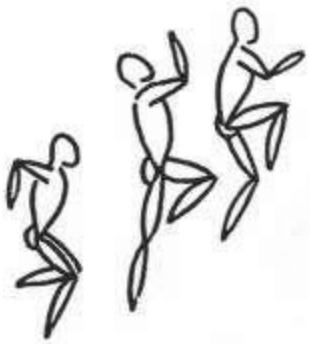
– 50 –



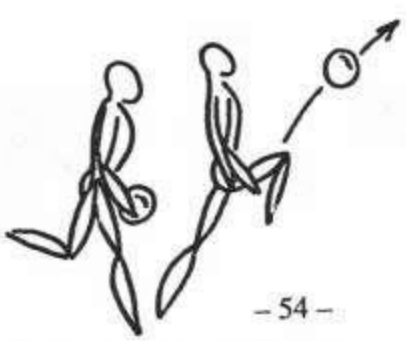
– 51 –



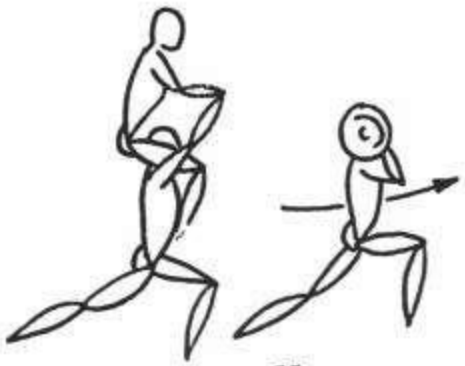
– 52 –



– 53 –



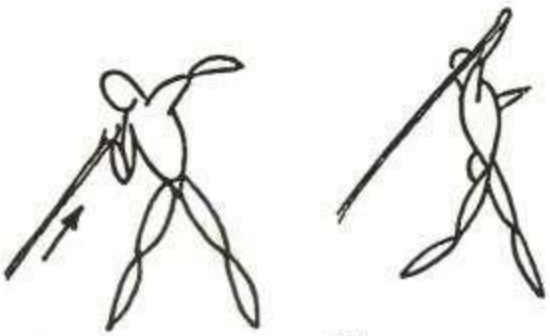
– 54 –



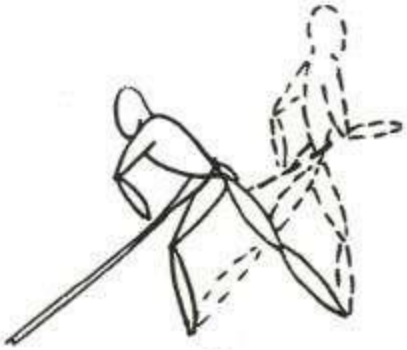
– 55 –

Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza de los lanzadores de peso (56-71).

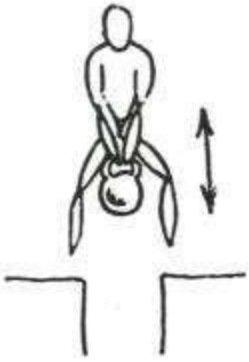
– 56 –



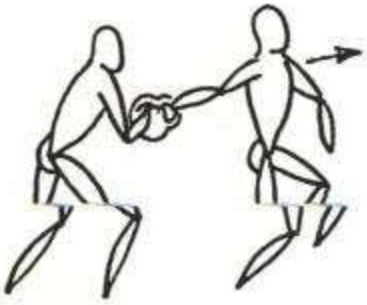
– 57 –



– 58 –



– 59 –

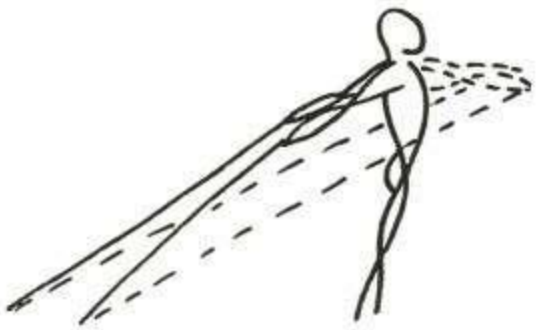


– 60 –

– 61 –

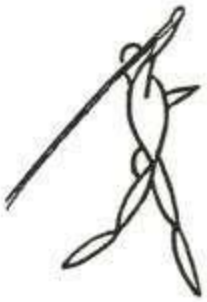
– 62 –

– 63 –

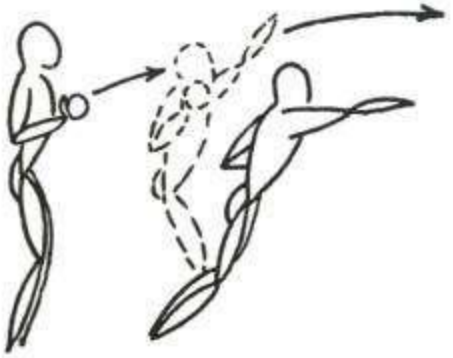


– 64 –

– 65 –



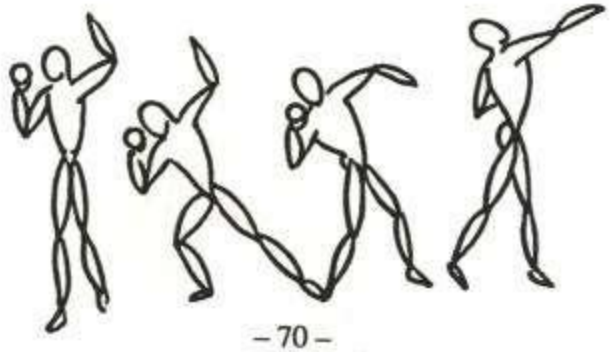
– 66 –



– 67 –

– 68–

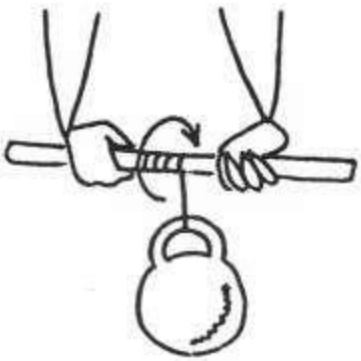
– 69 –



– 70 –

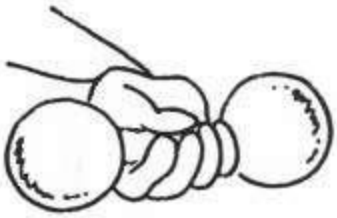
– 71 –

Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza de los lanzadores de jabalina y disco (72-95).



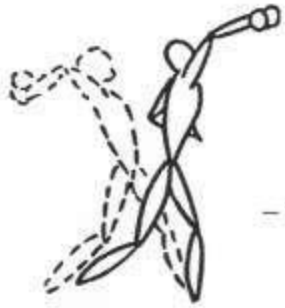
– 72 –

– 73 –



– 74 –

– 75 –

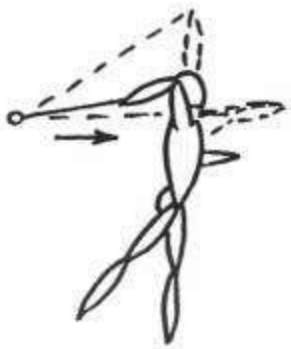


– 76 –

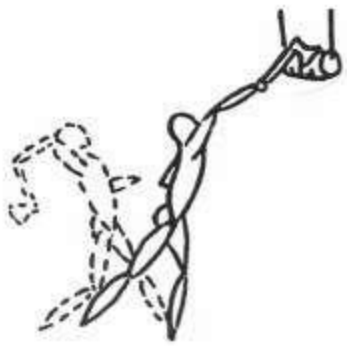
– 77 –

– 78 –

– 79 –



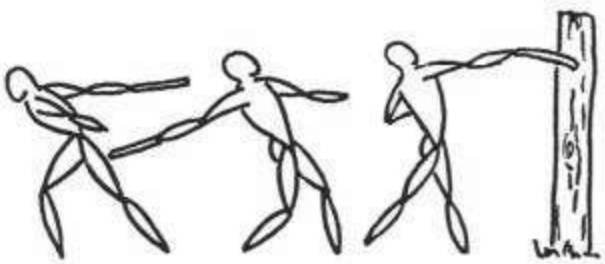
– 80 –



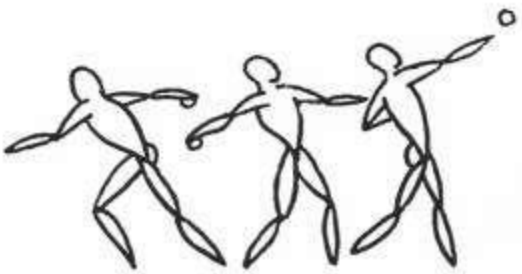
– 81 –

– 82 –

– 83 –

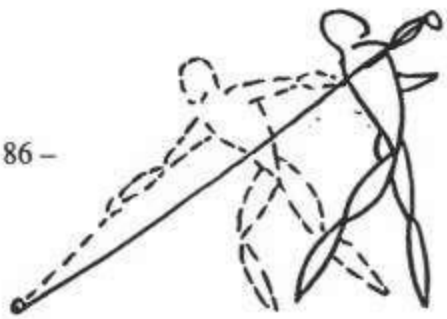


– 84 –



– 85 –

– 86 –



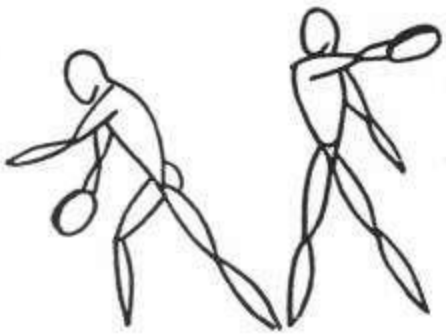
– 87 –

– 88–

– 89 –

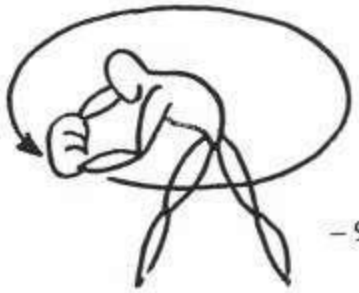
– 90 –

– 91 –



– 92 –

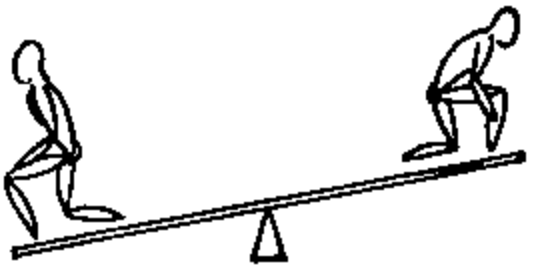
– 93 –



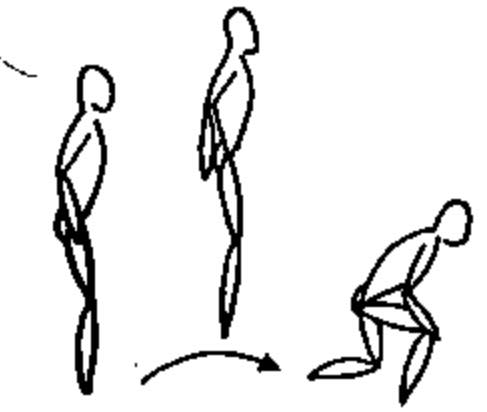
– 94 –

– 95 –

Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza y la coordinación de esquiadores (96-102).



– 96 –

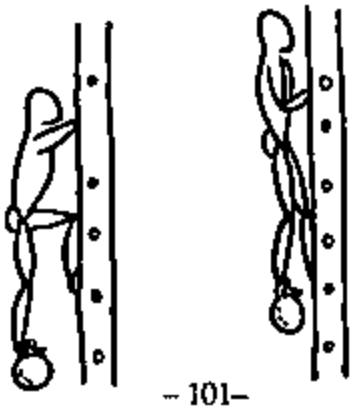


– 97 –

– 98 –

– 99 –

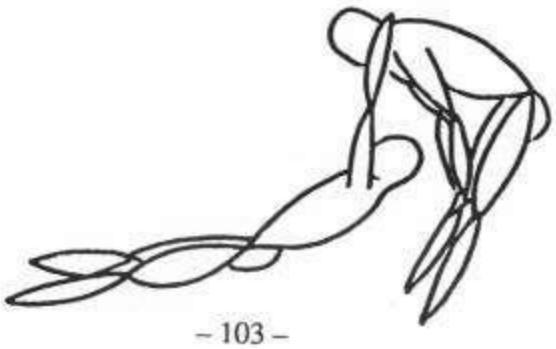
– 100 –



– 101 –

– 102 –

Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza de los luchadores (103-127).



– 103 –

– 104 –

– 105 –

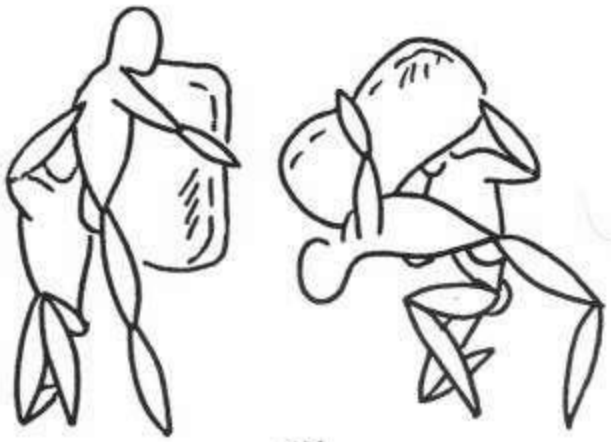
– 106 –

– 107 –

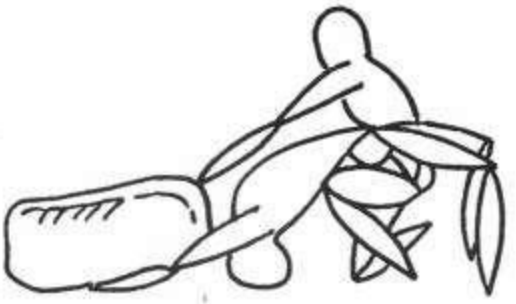
– 108 –

– 109 –

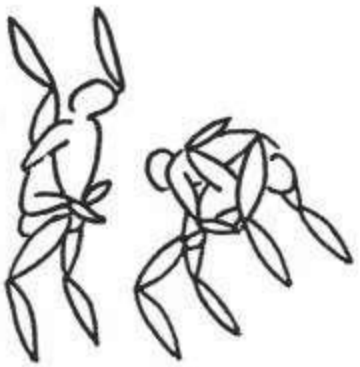
– 110 –



– 111 –

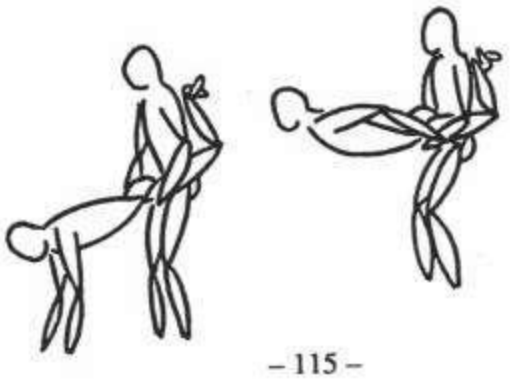


– 112 –

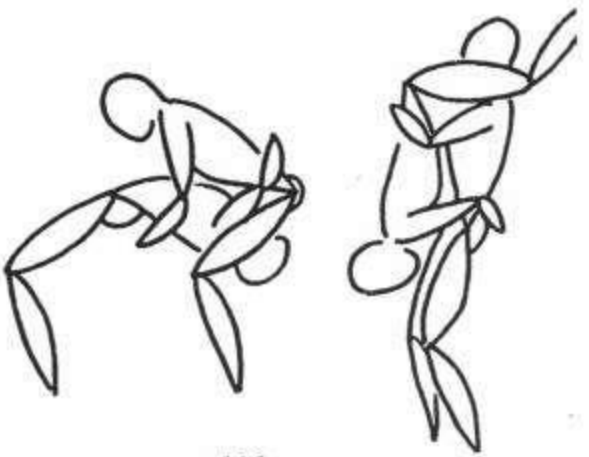


– 113 –

– 114 –



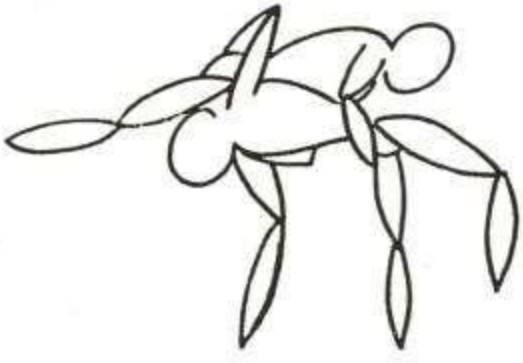
– 115 –



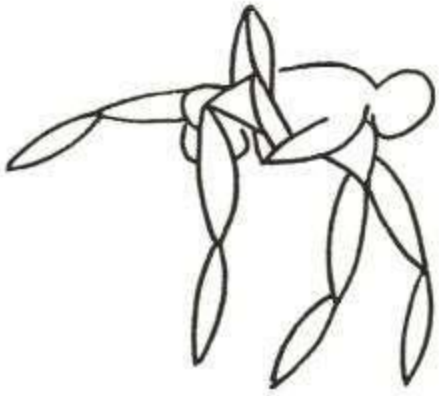
– 116 –

– 117 –

– 118 –

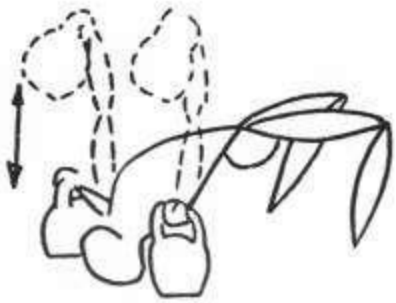


– 119 –

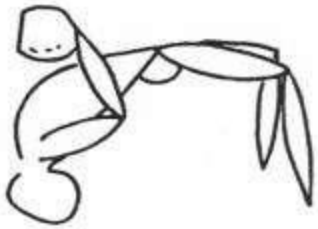


– 120 –

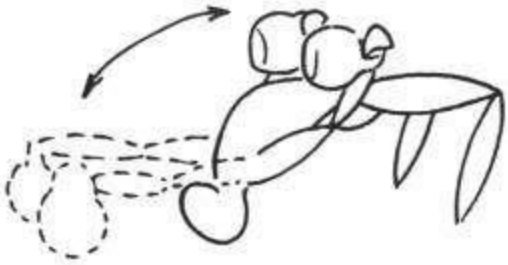
– 121 –



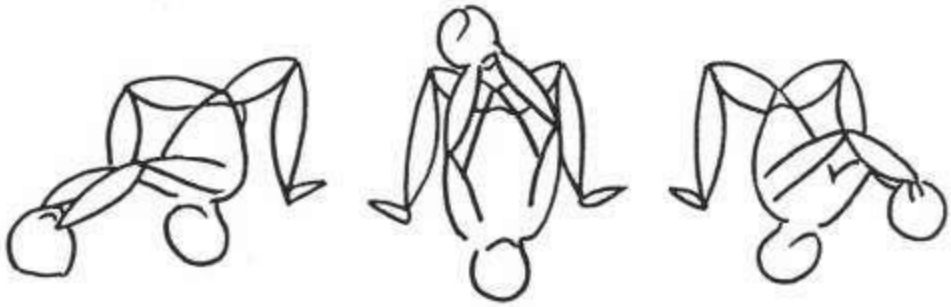
– 122 –



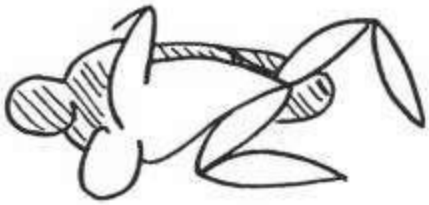
– 123 –



– 124 –



– 125 –

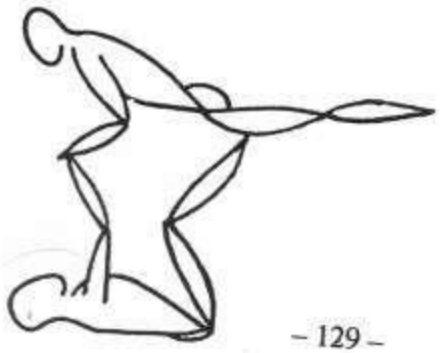


– 126 –

– 127 –

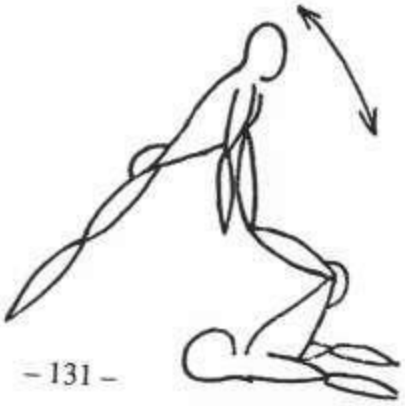
Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza de los patinadores de velocidad (128-135).

– 128 –

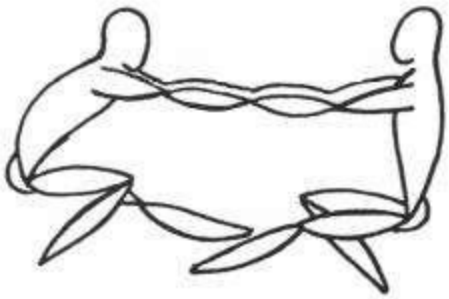


– 129 –

– 130 –

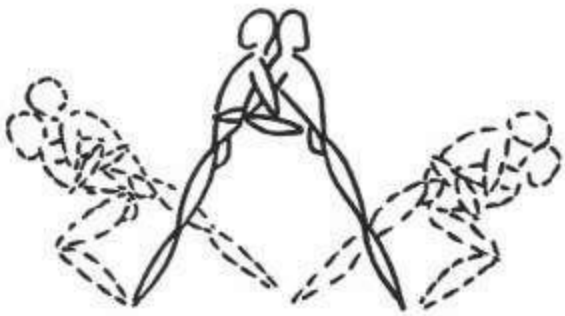


– 131 –

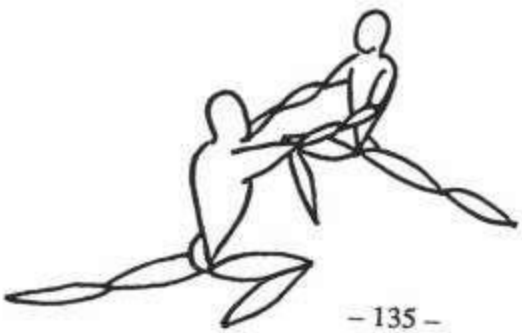


– 132 –

– 133 –



– 134 –



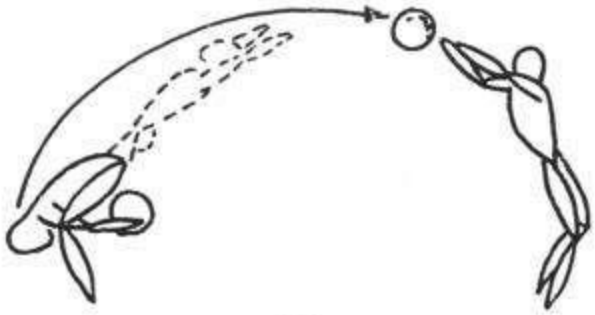
– 135 –

Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza de los jugadores de balonmano (136-150).

– 136 –

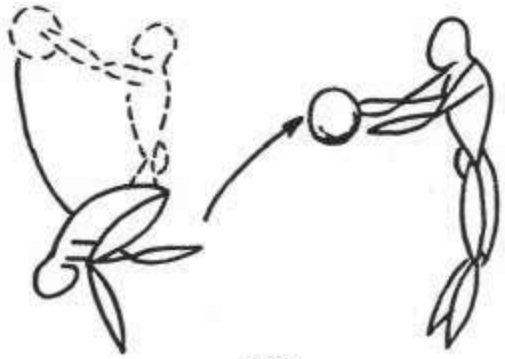
– 137 –

– 138 –

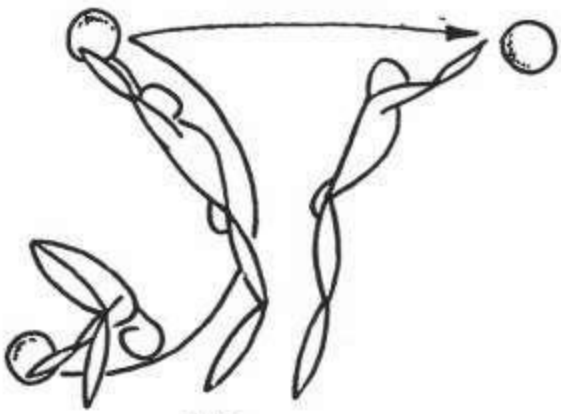


– 139 –

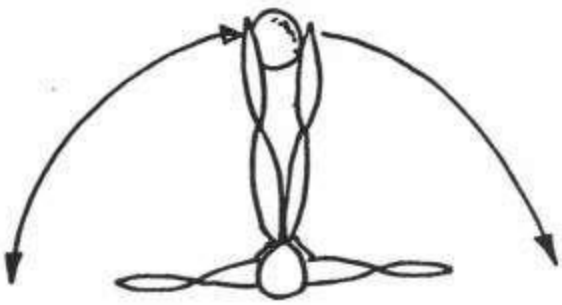
– 140 –



– 141 –



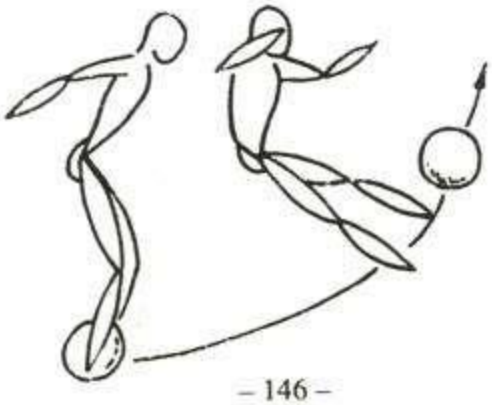
– 142 –



– 143 –

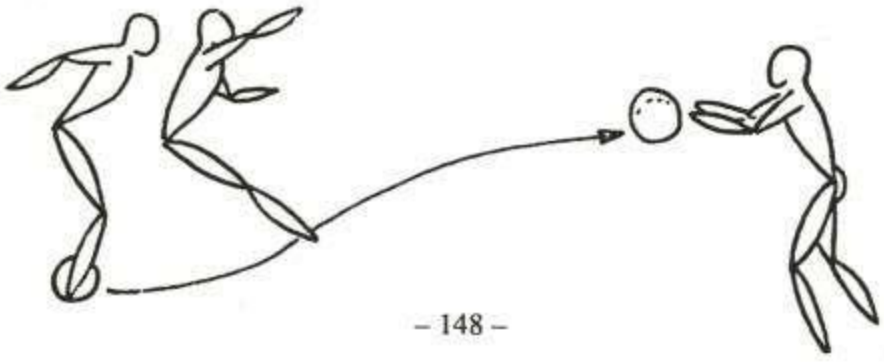
– 144 –

– 145 –



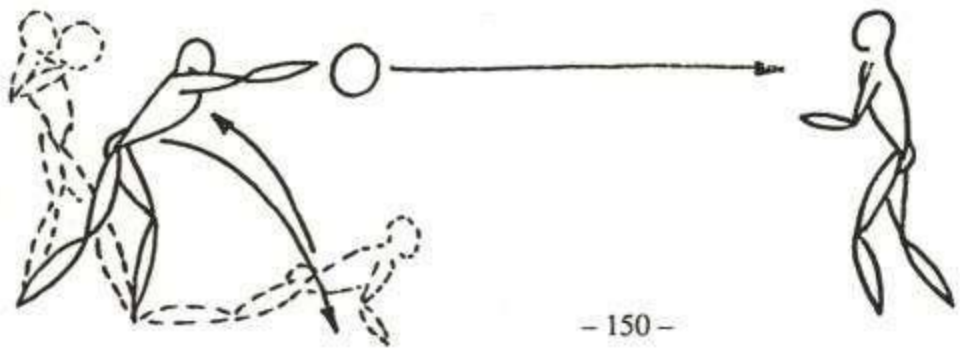
– 146 –

– 147 –



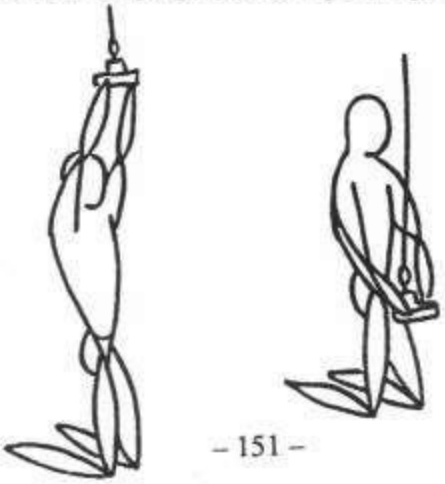
– 148 –

– 149 –

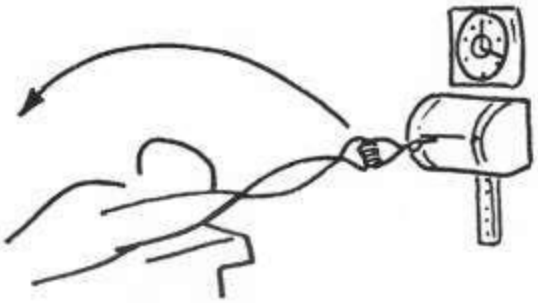


– 150 –

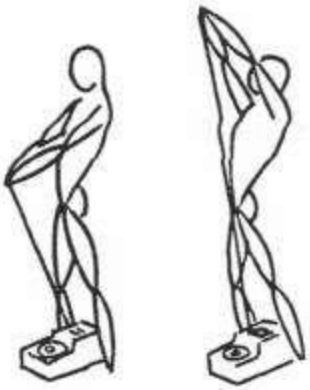
Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza de los nadadores (151-188).



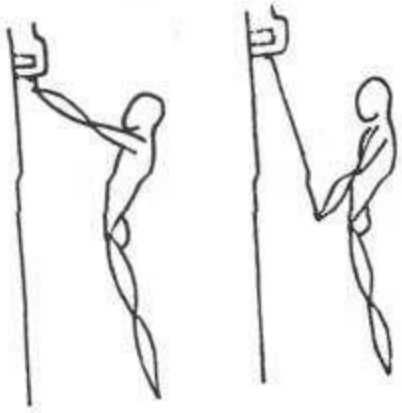
– 151 –



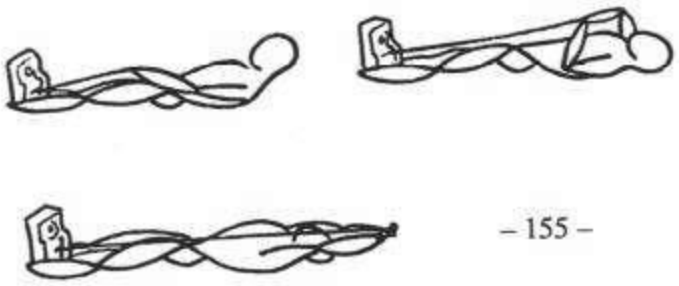
– 152 –



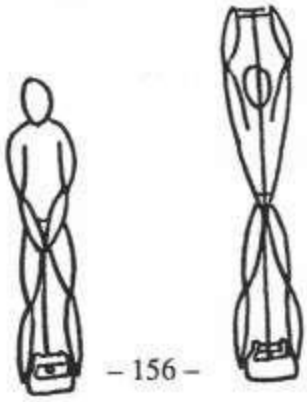
– 153 –



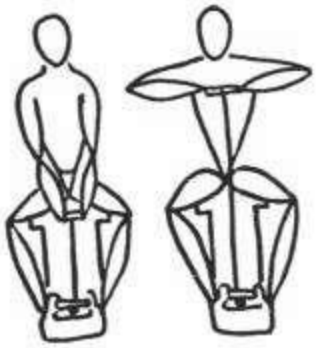
– 154 –



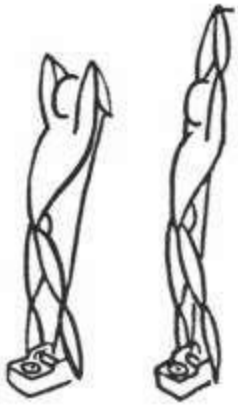
– 155 –



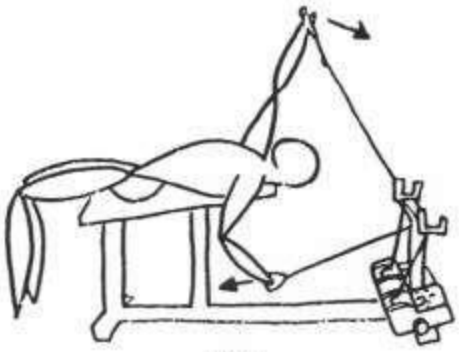
– 156 –



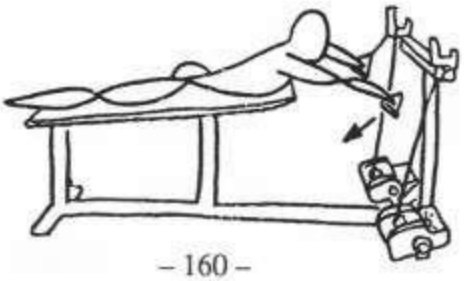
– 157 –



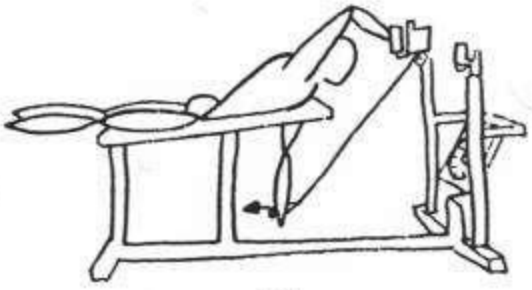
– 158 –



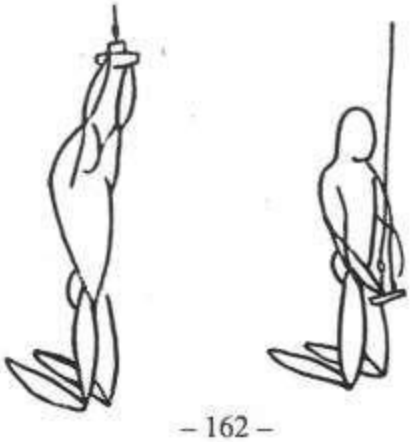
– 159 –



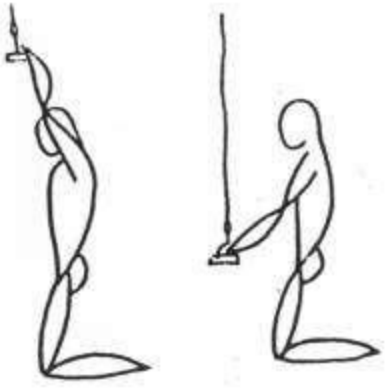
– 160 –



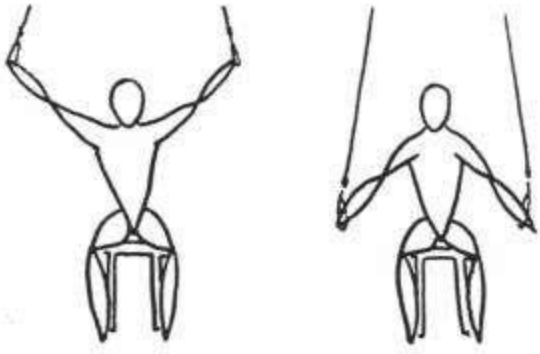
– 161 –



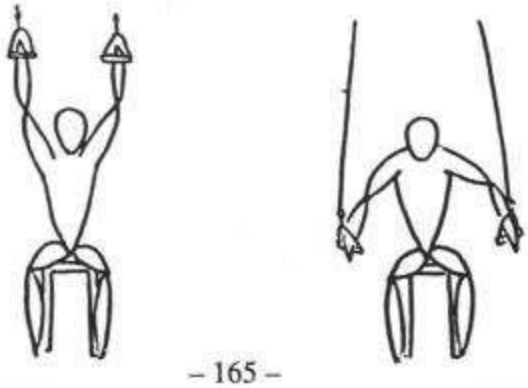
– 162 –



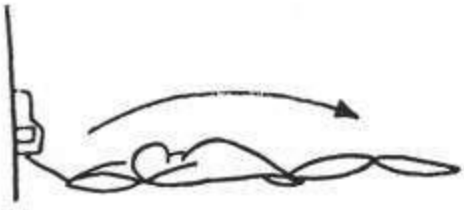
– 163 –



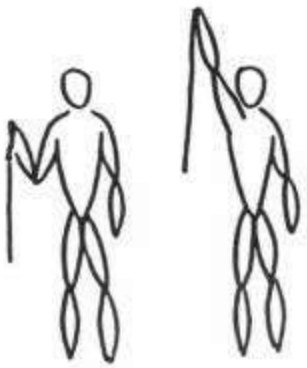
– 164 –



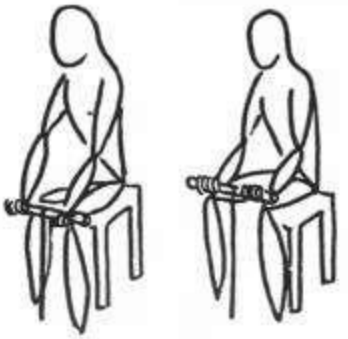
– 165 –



– 166 –

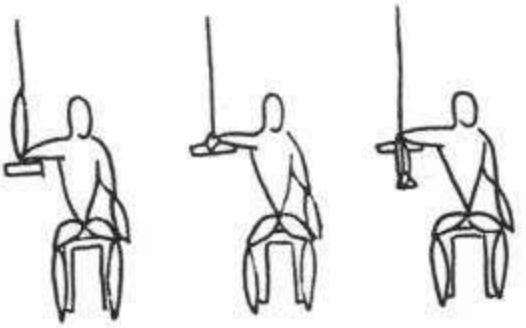


– 167 –

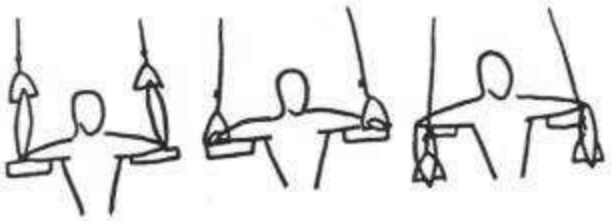


– 168 –

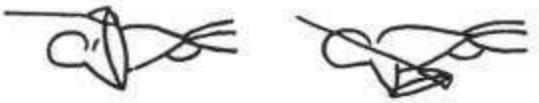
– 169 –



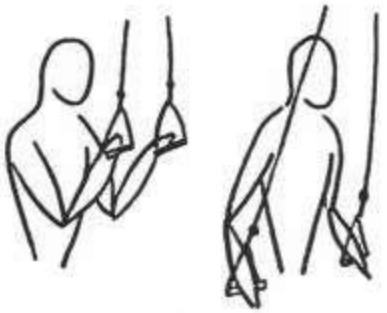
– 170 –



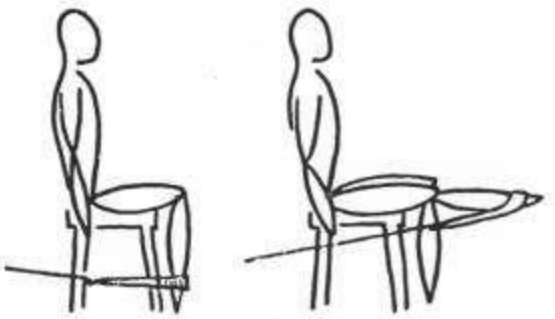
– 171 –



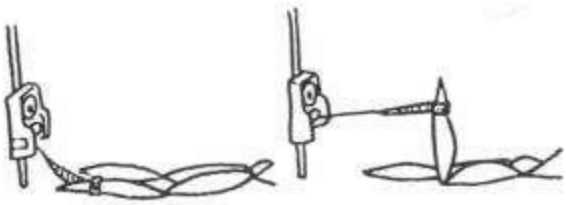
– 172 –



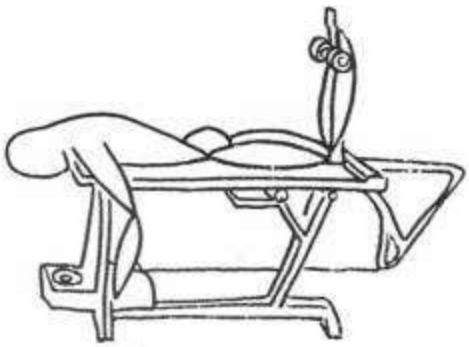
– 173 –



– 174 –

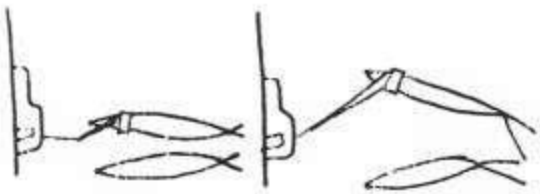


– 175 –

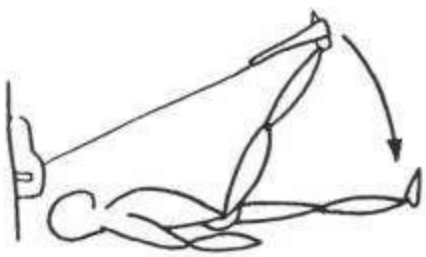


– 176 –

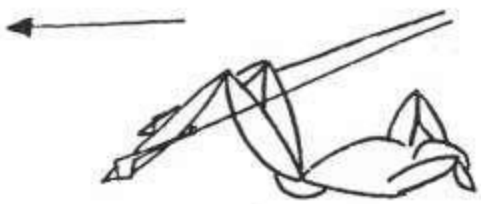
– 177 –



– 178 –

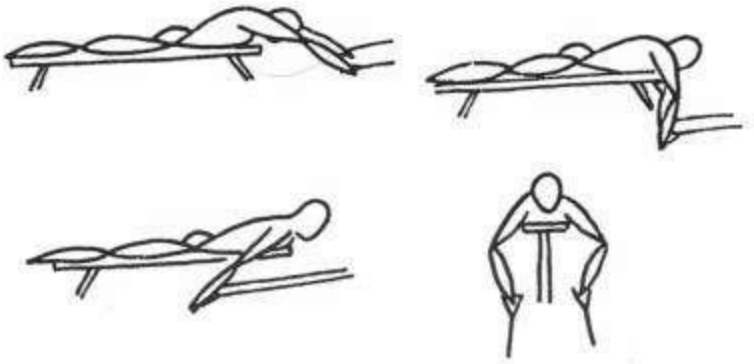


– 179 –

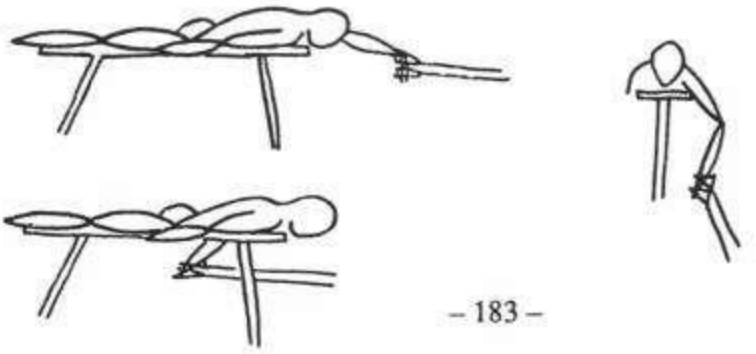


– 180 –

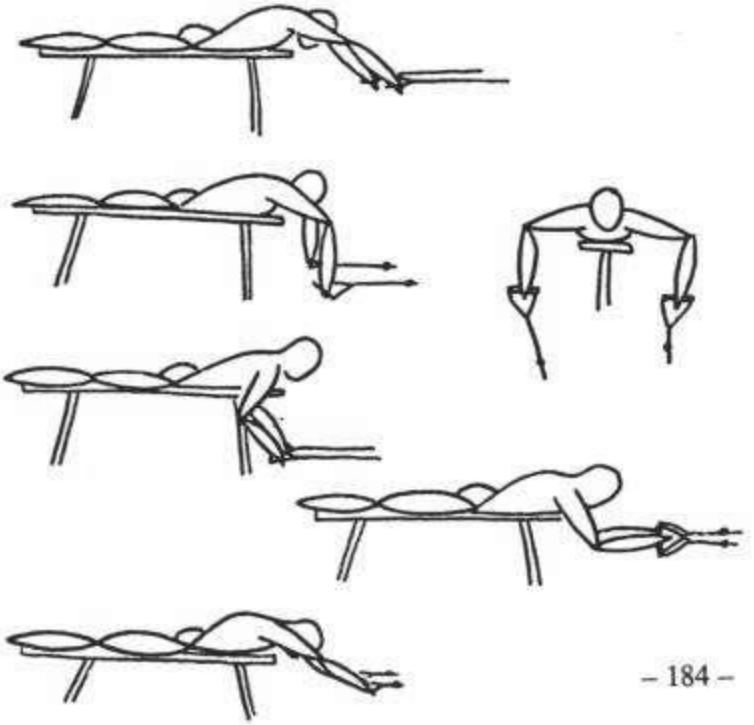
– 181 –



– 182 –



– 183 –



– 184 –

– 185 –

– 186 –

– 187 –

– 188 –

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJAN
131
BIBLIOTECA

Patinaje artístico

Ejercicios de preparación especial para desarrollar las cualidades de fuerza de los patinadores.

1. Ejecución consecutiva de saltos hacia adelante con una pierna, luego serie de saltos sobre las dos piernas. La serie de ejercicios se realiza durante 2 min. 5-6 repeticiones, recuperando 1-1,5 min entre cada serie.

2. Ejecución consecutiva del salto «valley» (3-4 saltos seguidos). 5-6 repeticiones con intervalos de descanso de 1-1,5 min.

3. Ejecución del salto «lutz» en un giro sin impulso. 6-7 repeticiones, recuperando 1,5-2 min.

4. Ejecución de los saltos «lutz», «flip», «tulup» sin giro en el aire, e imitar dichos saltos, sustituyendo el giro en el aire por un giro sobre el hielo. 6-7 repeticiones, intervalo de descanso entre repeticiones de 1-2,5 min.

5. Ejecución de una serie de saltos: «Axel 2,5 giros», «saljov, 2 giros», «tulup 2 giros», «rittberger 2 giros», «flip 2 giros», «lutz 2 giros» intercalados con intervalos de descanso de 10 seg, 3-4 series con intervalos de descanso entre cada serie de 4-4,5 min. Los deportistas ejecutan los saltos en el orden que les sea más cómodo.

6. Ejecución consecutiva del salto «puente» (2 veces), salto Axel (1,5 giros) y luego Axel con 2,5 giros. 5-6 saltos en cada serie. Los intervalos de descanso entre cada serie son de 2,5-3 min.

7. Ejecución de combinaciones de saltos: Axel con 1,5 giro, Rittberger con 1 giro, oller, saljov con 2 giros. Cantidad de repeticiones: 6-7 veces. Intervalos de descanso: 1,5-2 min.

8. Ejecución de series de ejercicios constituidos por saltos (rittberger con 2 giros) y salto con giro para acabar en equilibrio. 5-6 repeticiones con intervalos de descanso entre cada serie: 2,5-3 min.

9. Ejecución consecutiva de saltos «saljov» (2-3 giros), «tulup» (2-3 giros), rittberger (2-3 giros). 4-5 repeticiones con intervalos de descanso de 3 min.

10. Ejecución consecutiva de saltos con giro: salto en espiral sobre la pierna de impulsión, chinian, salto en «ángel». 4-5 series, intervalos de descanso entre cada serie de 2,5-3 min.

Fútbol

Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza de los jugadores de fútbol.

Para los músculos del tronco:

1. Sentado con las piernas juntas, extender y flexionar el tronco (manos sobre el pecho, detrás de la nuca, brazos estirados o con un peso).

2. Apoyado sobre las caderas (caballo con arcos), piernas juntas; lo mismo que en el ejercicio 1.

3. Colgado en suspensión de la barra fija, tocar la barra con los pies.

4. En apoyo sobre el caballo con arcos, balancearse a ambos lados.

5. Ejercicio por parejas. El primer deportista se sujeta al cuello del otro, y éste, cogiendo a su compañero por el tronco, lo atrae hacia sí a derecha e izquierda. El primero ayuda al compañero con acciones activas de piernas.

6. De pie por parejas y de espaldas, pasarse un balón medicinal de 8-10 kg por la izquierda, por la derecha, por encima de la cabeza, entre las piernas.

7. Estirados de espaldas, levantar las piernas, bajarlas por detrás de la cabeza, hacia la izquierda y hacia la derecha.

8. Sentado o de pie con una mochila de 18-20 kg, ejecutar giros y flexiones con el tronco en distintas direcciones.

Para los músculos de las piernas:

1. Saltos desde el sitio en longitud (uno, doble, triple).

2. Saltos con carrera en longitud y en altura.

3. Triple salto con carrera.

4. Saltos sobre el pie izquierdo y sobre el derecho.

5. Saltos desde una altura de 70-100 cm y tirón, salto en longitud, salto en altura.

6. Salto por encima de una valla de 70-100 cm de altura y tirón, salto de longitud, saltar sobre un plinto de gimnasia.

7. Saltos sobre dos pies por una encima de vallas de 70-80 cm de altura que están a 100-150 m de distancia una de otra, saltar al final sobre un plinto de gimnasia.

8. Salto sobre una valla de 70-100 cm con un salto consecutivo en longitud y, al caer, dar con la cabeza contra una pelota colgada por encima de las colchonetas.

9. Salto hacia arriba golpeando una pelota colgada a una altura de 200-220 cm sobre las colchonetas.

10. Saltos sobre dos pies, sobre el izquierdo y sobre el derecho, llevando las rodillas hacia el pecho.

11. Carrera apoyando un pie en los bancos suecos.

12. Elevarse y bajar sobre las puntas de los pies a apoyo a una altura de 6-8 cm.

13. Carrera saltando.

14. Saltar sobre un pie y sobre el otro en el sitio.

15. Saltar hacia arriba, separándose del banco sueco con el pie derecho y con el izquierdo.

16. Partiendo de la posición «fondo» cambiar los pies con un salto.

17. Aceleración sobre 10-15 m.

18. Saltos adelantando tipo «lesguinka» (baile del Cáucaso, nota de la T.).

19. Saltos hacia adelante con dos pies tipo «canguro».

20. Saltos desde cuclillas con una pesa o con un saco entre las manos.

21. Saltos desde un banco sueco e impulsión con dos pies para alcanzar un balón colgado bastante alto.

Voleibol

Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza de los jugadores de voleibol.

1. Lanzamientos de balón medicinal (0,5-1 kg de peso) hacia arriba con ambos brazos impulsando sólo con las manos.

2. Imitación de un golpe de ataque o de un pase utilizando un amortizador reforzado (cinta elástica) en una espaldera.

3. Movimientos giratorios de las manos con pesas (3 kg) en las manos.

4. Lanzamientos de balones medicinales (0,5-1 kg de masa) con la mano izquierda y la mano derecha, imitando un golpe de ataque.

5. Movimientos giratorios con una pica en las manos de la que pende un peso de 5-10 kg.

6. Ejecución de un golpe ofensivo de pie sobre la cancha y durante un salto.

7. Flexiones hacia adelante, flexiones laterales, movimientos giratorios del tronco con una sobrecarga que no supere el 50% de la máxima.

8. Flexión de cuclillas con una barra de pesas en los hombros que no supere el 50% de la máxima.

9. Desde la posición tendido supino, levantar el tronco hasta sentarse con las manos en la nuca.

10. Desde la posición tendido prono, levantar el tronco mientras un compañero sujeta las piernas del deportista que ejecuta el ejercicio.

11. Desde la posición sentado con las manos en la nuca, el compañero sujeta las piernas. Flexionar lentamente el tronco hacia atrás para luego ponerlo recto rápidamente.

12. En sentadilla con una sobrecarga del 50% de la máxima, rápida extensión de piernas para subir sobre las puntas de los pies.

13. Saltos repetidos con la cuerda, a distinta altura y ritmo.

14. Saltos en profundidad saltando consecutivamente sobre una superficie más alta.

15. Series de saltos por encima de un banco (vallas, sillas).

16. Saltos en el sitio y con carrera tocando una señal métrica situada lo más alto posible (o alcanzando una pelota colgada a distintas alturas).

17. Saltos desde una altura determinada tocando con la mano una pelota colgada.

18. Saltos desde una altura determinada imitando un golpe ofensivo (bloqueo).

19. Saltos desde una altura determinada con lanzamiento consecutivo de una pelota de tenis a una cesta colocada en una red de voleibol.

20. Saltos desde una altura determinada con lanzamiento consecutivo de una pelota de tenis por encima de una red de voleibol (tiro de precisión).

21. Saltos consecutivos por encima de objetos de distinta altura, ejecutando luego golpes ofensivos (bloqueos).

22. Saltos después de imitaciones de bloqueos, tocando con las manos los balones colgados en la parte superior de una red de voleibol a distinta altura.

23. Salto con carrera e impulso sobre un pie. Inmediatamente lanzamiento consecutivo de una pelota de tenis por encima de la red de voleibol.

24. Salto desde el sitio y lanzamiento consecutivo de una pelota de tenis por encima de un cable situado a una determinada altura (sobre el cable superior de la red de voleibol). Lo mismo con salto con carrera.

Patinaje de velocidad

Ejercicios de preparación especial para desarrollar la fuerza de los patinadores de velocidad.

1. Carrera con cinturón de sobrecarga (hacia arriba y hacia abajo, por distinto terreno).

2. Saltos (ordinarios, triples, quíntuples, etc.)

3. Saltos hacia arriba, hacia los lados.

4. Marcha con saltos a distinto ritmo.

5. Ejercicios especiales de patinaje ejecutados con cinturón de sobrecarga (entre 1 y 10 kg).

6. Distintas imitaciones con cinturón de sobrecarga (por distinto relieve, sobre distinto terreno).

7. Carrera sobre patines con movimientos de ambos brazos, con un brazo y con los brazos detrás de la espalda en distintas distancias; el peso del cinturón varía entre 500 g y 5 kg.

8. Sobre una tabla reforzada sentarse en la postura del patinador e intentar ponerse recto con la máxima tensión.Mantener esta posición durante 4-8 seg.

9. Misma posición de partida, pero mantener el equilibrio sobre una pierna con la otra detrás

como en un deslizamiento libre sobre los patines. Intentar ponerse recto con la máxima tensión. Repetir 5-10 veces con cada pierna, 4-8 seg cada vez.

10. Lo mismo, pero la pierna libre se coloca lateralmente como al final de una impulsión (5-10 veces con cada pierna, 4-8 seg cada vez).

11. Haltera sobre los hombros, flexión de tronco hacia adelante, y mantener la posición durante 5-10 seg.

12. Apoyo sobre los muslos en el caballo de salto (banco sueco) con la cara hacia abajo, pies juntos: mantener el tronco en posición horizontal con las manos en la nuca; peso de 3-6 kg, 10-30 seg para cada ejercicio.

13. Lo mismo, pero con la cara hacia arriba.

Es indispensable alternar los ejercicios isométricos con los de relajación, con ligeros saltos cortos o con ejercicios con poca o media sobrecarga utilizando el régimen concéntrico de trabajo.

Saltos y rebotes

1. Saltos de longitud desde parado; triples, pentasaltos y decasaltos; saltos desde la carrera; triple salto desde la carrera; distintos saltos cortos.

2. Saltos hacia arriba, separando las piernas hacia los lados tocando con las manos las plantas de los pies.

3. Saltos hacia adelante y hacia arriba sobre un pie y sobre el otro.

4. Saltos y rebotes desde cuclillas flexionando el tronco.

5. Saltos en la postura del patinador de lado a lado.

6. Saltos de lado a lado desde cuclillas, con los pies juntos.

7. Saltos tipo «canguro».eso de 3-6 kg, 10-30 seg para cada ejercicio.

CAPÍTULO III

La preparación en el culturismo moderno

El culturismo se basa en el desarrollo de distintas partes del cuerpo a partir del aumento del volumen y perfeccionamiento del relieve muscular, lo cual confiere una constitución atlética de acuerdo con los ideales de dicha modalidad deportiva. Para lograr altos índices en el culturismo actual no basta con tener una gran masa muscular, un desarrollo hipertrofiado de bíceps, tríceps, pectorales o dorsales. Además de grandes volúmenes musculares, los deportistas deben tener una musculatura armónicamente desarrollada, un relieve potente, capacidad de dominar los grupos musculares y cada músculo, capacidad para favorecer los aspectos fuertes de su constitución física y para disimular los defectos.

Es natural que la orientación del método del culturismo para «construir» el cuerpo deje en un segundo plano el desarrollo de la fuerza. Sin embargo, la existencia de una relación directa entre el volumen de la masa muscular y el nivel de la fuerza máxima implica las grandes posibilidades de fuerza de los culturistas. Basta con decir que en sus entrenamientos movilizan enormes sobrecargas: se trata, por ejemplo, de sentadillas de hasta 350 kg, press de banca de hasta 240 kg y extensión de las articulaciones tibioperoneotarsianas con 400 kg, etc.

El culturismo -un deporte bastante popular y muy divulgado- tiene acumulada una enorme experiencia de la aplicación de ejercicios de fuerza, de máquinas de musculación para aumentar la masa muscular, de técnicas computerizadas para aumentar su relieve y desarrollar la fuerza máxima.

En este capítulo analizaremos el método de preparación que se utiliza en el culturismo moderno.

En el presente material se han generalizado las recomendaciones de especialistas tan conocidos como Weider, Schwarzenegger, Zatsiorski, Verjoshanski, etc., las experiencias de la preparación de deportistas de primera fila como K.Beler, A.Beklo, A.Vilcap, R.Robinson, M.Menzer, F.Colombu, A.Schwarzenegger, S.Nubret, B.Fox, R.Gaspari, etc., las recomendaciones de la Federación Internacional de Culturismo, así como las recomendaciones contenidas en los folletos de las marcas «Nautilus», «David», «Sports World», «Cybex», etc., que fabrican máquinas para la preparación de fuerza.

El rasgo más característico del culturismo moderno es la combinación orgánica en el sistema de preparación de los puntos de vista metodológicos fundamentales, para el desarrollo del sistema muscular con las posibilidades individuales de adaptación del deportista.

El sistema de preparación de cada deportista de alto nivel es único. Junto a las tesis generales, se suelen aplicar enfoques originales en la elección de los ejercicios, de las máquinas de musculación, de sobrecargas y resistencias, de correlaciones entre los medios de distinta finalidad, en la estructura del programa de las sesiones de entrenamiento, en la organización de una alimentación racional, etc. La generalización de dicha experiencia enriquece poco a poco el método de preparación de los deportistas no sólo en culturismo, sino para otras especialidades en donde la fuerza máxima y el desarrollo del sistema muscular determinan el resultado deportivo. Numerosos enfoques del culturismo se utilizan en halterofilia, distintos tipos de lucha, gimnasia artística, patinaje de velocidad, ciclismo, carreras de velocidad, atletismo, juegos deportivos como el balonmano, waterpolo y hockey sobre hierba, etc.

Sin embargo, la utilización de los aspectos más positivos del método de preparación de los culturistas puede superar los límites de los conoci-

mientos sobre el sistema de la preparación de fuerza y el desarrollo de la masa muscular. Algunos puntos de dicha metodología (sistema de elección de los ejercicios para cada músculo, estructura del programa de las sesiones de entrenamiento y su alternancia, los principios para combinar los componentes de los ejercicios y para complicar los programas de entrenamiento, etc.), pueden resultar útiles para desarrollar otras cualidades: velocidad, resistencia de fuerza, fuerza-velocidad, resistencia especial, flexibilidad, coordinación.

La fuerte competencia entre los deportistas, la popularidad del culturismo en distintos países y su intensa comercialización que caracterizan los últimos 30 años han implicado un aumento de la calidad de la preparación de los atletas.

Actualmente es posible hablar de la existencia de un sistema de preparación de los culturistas bastante fundamentado y eficaz. Por otra parte, cabe señalar que ha surgido bastante aislada fuera de los conocimientos de otras modalidades deportivas y que presenta un carácter muy propio y original. Muchos de sus componentes se basan en experiencias prácticas y son en general bastante primitivos. Ello se refiere, por ejemplo, a la selección de deportistas, a la estructura de la preparación, al control del entrenamiento, etc. Otras áreas están bien fundamentadas como son la elección de ejercicios de fuerza y el método de su utilización.

Ninguna de las modalidades deportivas tiene enfoques tan variados y eficaces para resolver el problema de la preparación de la fuerza como el culturismo. Teniendo en cuenta el carácter específico del culturismo, estos conocimientos pueden ser plenamente utilizados en otras modalidades. Sin embargo, los enfoques generales, los principales medios de la preparación, las cuestiones metodológicas propias del culturismo pueden aumentar sustancialmente la calidad de la preparación de fuerza de otras modalidades deportivas.

BASES GENERALES DE LA PREPARACIÓN

La preparación anual de los culturistas de alto nivel se caracteriza por su aspecto cíclico muy marcado. En el ciclo anual de preparación se distinguen dos períodos: el de preparación (dos temporadas) y el precompetitivo.

La finalidad fundamental del período de preparación que dura 8-9 meses es el aumento de los volúmenes musculares aplicando ejercicios de base ejecutados a ritmo lento, con grandes sobrecargas y una cantidad relativamente pequeña de repeticiones en cada serie. En dicho período, la alimentación del deportista es algo excesiva, con proteínas y carbohidratos variados. El aumento de los grandes volúmenes de masa muscular implica la acumulación de grasa subcutánea, de modo que al final del período la masa del deportista supera la masa óptima en 4-5 kilos.

La finalidad fundamental de la preparación durante el período precompetitivo que dura 3-4 meses es lograr el máximo relieve posible, eliminar la grasa subcutánea y mantener el nivel de masa muscular al nivel anteriormente alcanzado. El ritmo del trabajo y la cantidad de repeticiones aumentan, mientras la magnitud de las sobrecargas y la duración de las pausas entre las series disminuyen. La dieta es baja en calorías y en grasas. El período precompetitivo culmina con las competiciones correspondientes.

El deseo de los deportistas de aumentar la cantidad de competiciones implica planificar dos o incluso tres ciclos anuales. En culturismo se observa la misma tendencia al estructurar el ciclo anual como se ha hecho en los últimos treinta años en muchos deportes olímpicos.

Con los dos ciclos anuales se planifican dos períodos de preparación (4-4,5 meses) y dos períodos de precompetición (1,5- 2 meses). Con una estructura de tres ciclos, el período de preparación del primer ciclo es largo (4 meses), mientras el período de precompetición dura aproximadamente un mes. En el segundo ciclo, la duración de los períodos es respectivamente de 2,5 y 1,5 meses. En el tercer ciclo, la duración de cada período es de 1,5 meses. Al igual que en la estructura de un ciclo, durante los períodos de preparación se incrementa la masa muscular, la cual «se pule» durante los períodos precompetitivos.

La aplicación de las opciones de dos y tres ciclos para estructurar la preparación permite al deportista no sólo competir más a menudo, sino que intensifica el proceso de preparación al darle la posibilidad de adaptarse a los diversos factores de la acción del entrenamiento, lo cual se suele observar con la preparación de ciclo único. Con la planificación de ciclo único, después de 5-6 meses de preparación de base, el deportista debe adaptarse en el período de preparación a los ejercicios complejos tan activamente que las técnicas más «duras» no siempre estimulan la posterior adaptación de los músculos.

Una condición indispensable para una preparación racional al culturismo es la recuperación de

la capacidad de trabajo de los grupos musculares entre las sesiones de entrenamiento. Por ello, en cada sesión se suelen aplicar ejercicios que desarrollen 2-3 grupos musculares. Con cuatro sesiones de entrenamiento semanales, los músculos de todo el cuerpo se recuperan en 2 días, y durante la semana se llevan a cabo dos sesiones de la misma índole:

Lunes, jueves: pecho, hombros, brazos;

Martes, viernes: espalda, muslos.

Con cinco sesiones semanales, se realiza en tres un mismo programa (pecho, brazos, hombros) y en los otros (espalda, muslos). Durante la semana siguiente se cambian los programas.

Con seis sesiones semanales, es posible entrenar cada grupo muscular dos o tres veces.

Para el período de preparación, resulta eficaz el programa siguiente:

* Lunes, jueves: pecho, espalda;
* Martes, viernes: hombros, brazos;
* Miércoles, sábado: muslos, zona abdominal.

Para el período precompetitivo, el entrenamiento es más diferenciado:

* Lunes, jueves: bíceps, tríceps, hombros, antebrazos;
* Martes, viernes: pecho, espalda, zona abdominal;
* Miércoles, sábado: muslos, parte inferior de la espalda, piernas.

Cabe señalar que no todos los grupos musculares se someten del mismo modo a la acción del entrenamiento. Es difícil perfeccionar los músculos abdominales, los de las piernas y antebrazos. Por ello, la mayoría de los culturistas de alto nivel trabajan diariamente para desarrollar dichas partes del cuerpo, introduciendo conjuntos de ejercicios especiales en los programas de entrenamiento, en su gimnasia matutina o en cortas sesiones suplementarias.

Los culturistas de alto nivel ejecutan cada día grandes volúmenes de trabajo. La experiencia demuestra que si se realiza dicho trabajo continuadamente, la calidad de la ejecución de los ejercicios disminuye en la segunda mitad de la sesión. Por ello, los deportistas planifican dos sesiones de entrenamiento diarias, dedicando cada una de ellas al desarrollo de un parte del cuerpo. Por ejemplo, si el deportista ha ejecutado ejercicios para los brazos, el pecho y la espalda en una sesión diaria, con dos sesiones se dedica la primera a los brazos y al pecho, y la segunda a la espalda. La recuperación entre las sesiones de entrenamiento debe ser de 6-8 horas. Ello no sólo mejora la calidad del trabajo, sino que permite aumentar en un 15-20% el volumen total.

Numerosos deportistas de alto nivel entrenan 9 veces semanales, con 2 sesiones 3 veces por semana y tres un día. En este caso, el programa podría ser el siguiente:

* Lunes, miércoles, viernes: por la mañana: pecho, espalda, abdominales; tarde: hombros, brazos, piernas.
* Martes, jueves, sábado: muslos, zona abdominal, piernas, antebrazos.

Programa racional para 12 sesiones semanales:

* Lunes, miércoles, viernes: mañana: pecho, espalda, pierna; tarde: bíceps, tríceps, antebrazo, zona abdominal;
* Martes, jueves, sábado: mañana: hombro, antebrazo; tarde: muslos, piernas, zona abdominal.

La eficacia de la preparación en culturismo depende en gran parte de la magnitud de las resistencias que se vencen, del ritmo de trabajo (velocidad de movimientos), de la cantidad de repeticiones en cada serie, del orden de ejecución de cada ejercicio. Todas estas características dependen a su vez de la etapa de preparación durante el año (período de preparación o precompetitivo) y de las particularidades específicas de adaptación de los músculos de distintos grupos musculares: pecho, espalda, zona abdominal, piernas, etc.

En el período de preparación, los ejercicios se ejecutan con grandes sobrecargas, la cantidad de repeticiones oscila entre 4 y 12, lo que constituye una serie. El bloque suele comprender 2-5 series donde se realizan los mismos ejercicios u otros de acción muy similar. En cada sesión de entrenamiento es posible planificar entre 3-4 y 8-10 bloques. La cantidad global de series puede alcanzar los 40-50 e incluso más.

Las particularidades individuales de los deportistas, las particularidades del desarrollo de un grupo muscular concreto, el carácter específico del programa de entrenamiento pueden provocar importantes desviaciones de estas magnitudes. Por ejemplo, cuando se trabaja para desarrollar grupos musculares difíciles (zona abdominal, piernas, antebrazos), la cantidad de repeticiones en cada serie aumenta bruscamente para llegar a 20-30 e incluso 40-50. En la primera serie, se suele disminuir la sobrecarga para mejorar la adaptación muscular, mientras se aumenta la cantidad de repeticiones y el ritmo: hasta 15-20 en la serie. Por ello, un bloque de 4 series presenta el desarrollo siguiente: 4 x 15, 8, 8, 8 ó 4 x 20, 12, 8, 6.

El período precompetitivo se caracteriza por un aumento de la cantidad de repeticiones, lo cual se debe al desplazamiento del acento fundamental

del trabajo, el aumento de la masa muscular hacia el perfeccionamiento del relieve y la disminución del tejido graso. La cantidad de repeticiones puede aumentar hasta 15-20 conforme disminuye la magnitud de las resistencias.

Si durante el período de preparación se planifica principalmente una pequeña velocidad de movimientos (30-60° por segundo), en el período precompetitivo la velocidad puede aumentar 2-2,5 veces. Los movimientos suelen ejecutarse a ritmo moderado y a veces a ritmo rápido.

Por otra parte, cabe tener en cuenta que en el período precompetitivo se ejecuta un volumen determinado de trabajo (20-30% del volumen global) que permite mantener el volumen de masa muscular anteriormente logrado: ejercicios básicos, cantidad no demasiado grande de repeticiones en cada serie, grandes sobrecargas, ritmo moderado o lento.

Presentaremos seguidamente los ejemplos de programas de sesiones de entrenamiento de los deportistas de alto nivel en los períodos de preparación y precompetitivo.

EJERCICIOS FUNDAMENTALES

En culturismo, todos los ejercicios de entrenamiento se dividen según la finalidad de la acción sobre el desarrollo de las distintas partes del cuerpo: (a) hombros (deltoides), (b) brazos (bíceps, tríceps, antebrazo), (c) pecho, (d) espalda, (e) muslos, (f) piernas, (g) abdominales. Por otra parte, los ejercicios pueden ser orientados tanto hacia el desarrollo de cada músculo o de sus partes (bíceps, tríceps, parte anterior del deltoides, etc.), como hacia el desarrollo de determinadas partes del cuerpo (parte inferior del pecho, muslo, zona abdominal, etc.).

Los ejercicios se dividen también en ejercicios básicos y ejercicios aislados (selectivos, muy específicos).

En los ejercicios básicos se movilizan por regla general volúmenes bastante grandes. Dichos ejercicios actúan al mismo tiempo en partes adyacentes del cuerpo o contribuyen a formar músculos y grupos musculares muy importantes para el pleno desarrollo corporal. Los ejercicios básicos permiten realizar el volumen fundamental de la preparación durante el período de preparación.

Los ejercicios aislados ejercen una acción más local. Se aplican para actuar más profundamente en cada músculo y en cada parte del cuerpo y constituyen la parte fundamental de la preparación precompetitiva.

Aunque la división de los ejercicios tanto por su acción en unas u otras partes del cuerpo como en ejercicios básicos y aislados es bastante convencional, permite ordenar el proceso de la preparación anual de los deportistas y planificar racionalmente los programas de entrenamiento en los microciclos semanales.

Analizaremos los ejercicios fundamentales para desarrollar las distintas partes del cuerpo.

Hombros. (deltoides). Para desarrollar la parte anterior, lateral y posterior de los deltoides, se utilizan distintos tipos de press, abducciones y movimientos de arrastre. Los ejercicios se realizan con la haltera, mancuernas y distintas máquinas de musculación. Enumeraremos los ejercicios más importantes.

1. De pie, con la haltera en el pecho tomada con presa media, elevar la barra por encima de la cabeza.
2. Idem que el anterior desde sentado con la espalda apoyada en el banco.
3. De pie, con brazos flexionados tomando las mancuernas con las manos hacia el pecho. Extender brazos hacia arriba supinando las manos 180°.
4. De pie, con la haltera tomada por detrás de la nuca, elevar la barra por encima de la cabeza. Si los ejercicios anteriores actuaban en la parte anterior del deltoides, durante la ejecución de este ejercicio la acción se desplaza a las partes lateral y posterior.
5. De pie o sentado y tomando las mancuernas, aberturas laterales de los brazos simultánea o alternativamente.
6. De pie y tomando las mancuernas, circunducciones de brazos en dirección adelante-arriba o atrás-arriba.
7. De pie y tomando las mancuernas, elevación simultánea o alternada brazos extendidos adelante y arriba.
8. De pie con tronco flexionado hacia adelante, o tendido prono y tomando las mancuernas, elevar brazos con codos ligeramente flexionados.
9. Sentado lateralmente a un aparato de poleas, tracción con un brazo.
10. Sentado con brazos extendidos y utilizando un aparato de poleas, tracción hacia adelante, y hacia el interior con los brazos laterales.
11. De pie y con presa estrecha, tracción de la haltera o mancuernas hacia el mentón. Los codos se llevan a la posición más elevada posible.

Observaciones: el efecto del entrenamiento depende en gran parte de la variedad de ejercicios, máquinas de musculación, de la variedad de presas, de la ejecución de movimientos con amplitud

máxima. Durante la ejecución de movimientos de tracción hacia la barbilla hay que buscar la amplitud máxima al abrir los brazos de pie o tendido prono.

Es preciso tener en cuenta que los ejercicios de press son eficaces para desarrollar la parte anterior del músculo. Para desarrollar las porciones lateral y posterior del deltoides deben realizarse movimientos de aberturas de los brazos y distintas tracciones.

Brazos. El desarrollo de la musculatura de los brazos conlleva la utilización de diversos ejercicios destinados a desarrollar los bíceps, los tríceps y los músculos del antebrazo.

Principales ejercicios para desarrollar el bíceps.

1. De pie con brazos extendidos y tomando la haltera, flexión de brazos. El ejercicio puede ejecutarse tanto con el tronco en posición inmóvil (es posible apoyarse en la pared) como utilizando un «cheating». La anchura de la presa de la barra puede ser diversa.
2. De pie o sentado y tomando las mancuernas, flexión de brazos.
3. Tendido supino en un banco inclinado (ángulo de 30-40°) y tomando las mancuernas, flexión de brazos sin mover los codos.
4. Estirado en un banco inclinado (ángulo de 35-45°) y tomando las mancuernas, flexión de brazos, brazos abajo y sin mover los codos.
5. Sentado en el banco Scott, flexión de brazos.
6. De pie e inclinado con mancuernas, flexión de brazos.
7. De pie con brazos extendidos hacia abajo, tracción utilizando poleas.
8. De pie o sentado con los brazos extendidos lateralmente, tracción utilizando máquinas con poleas.

Observaciones: es indispensable ejecutar los movimientos con máxima amplitud y extender los brazos totalmente. Ello contribuye a desarrollar y alargar la parte inferior del músculo.

Para desarrollar la parte interna del músculo hay que utilizar la presa estrecha cuando se trabaja con haltera, poleas y otras máquinas de musculación.

Principales ejercicios para desarrollar el tríceps.

1. De pie, sentado, estirado sobre un banco horizontal o inclinado. Con brazos extendidos tomando la haltera por encima de la cabeza (los codos no se mueven durante el ejercicio) realizar flexión y extensión del antebrazo. La presa puede ser supina o prono. La variedad de esfuerzos de ejecución de los ejercicios permite ejercer una acción más completa en el músculo.
2. Press con mancuernas, con los hombros verticales y sin mover los codos. Conviene seguir las recomendaciones del ejercicio anterior.
3. Fondos en barras paralelas. Durante la ejecución, el tronco permanece en posición vertical.
4. Tendido, press con presa estrecha (12-15 cm).
5. De pie, tracción de un bloque, o sentado y con flexiones sin mover los codos. El ejercicio puede realizarse con ambos brazos simultáneamente o de forma alternativa.
6. De pie con las mancuernas, hombros paralelos al suelo y sin mover los codos, extensión de brazos.
7. Press desde el banco situado detrás de la espalda.

Observaciones: la eficacia del entrenamiento del tríceps aumenta cuando su desarrollo se hace después de ejecutar los ejercicios para el bíceps.

Para un desarrollo más completo del músculo en toda su longitud y para trabajar su parte externa, es preciso lograr una amplitud total del movimiento, haciendo especial hincapié en mantener los brazos extendidos.

Ejercicios especiales para desarrollar los músculos del antebrazo.

1. Flexión de la mano con la barra, con mancuernas o con la ayuda de máquinas de musculación. Es posible ejecutar los ejercicios de pie o sentado. Conviene colocar los codos y la parte superior de los antebrazos sobre una superficie inclinada, lo cual es posible gracias a la nueva estructura de numerosas máquinas de musculación y entrenamiento.
2. Extensión de la mano con la barra, mancuernas o con la ayuda de máquinas de musculación. Las condiciones de ejecución responden a las recomendaciones del ejercicio anterior.
3. Movimientos circulares de las manos con mancuernas. Presa media o estrecha.
4. Extensión de los brazos con la barra o con las mancuernas; presa en pronación.

Pecho. El desarrollo completo del pecho se efectúa mediante la ejecución de una cantidad de ejercicios relativamente pequeña. Sin embargo, el cambio de las condiciones para su ejecución, la aplicación de distintas sobrecargas y máquinas de musculación permite ejercer una acción polifacética en los pectorales y formar la caja torácica. Enumeraremos los ejercicios más importantes.

1. Press de banca con presas media y ancha (10-15 cm por cada lado de los hombros).
2. Press de banca inclinado (ángulo de 30-45°), con la cabeza hacia arriba para desarrollar la parte superior del pectoral.

3. Press de banca inclinado (20-25°) con la cabeza hacia abajo para desarrollar la parte inferior del pectoral.

4. Distintas press con mancuernas de pie o estirado en bancos inclinados de diferente gradación.

5. Flexión en la barra fija con presa media (brazos a la anchura de los hombros) y ancho (10-15 cm más abierta que los hombros por cada lado).

6. Aberturas laterales con mancuernas de pie o tendido supino.

7. Aberturas laterales con poleas.

8. Vuelos (o balanceo) en las barras paralelas. Los hombros deben inclinarse hacia adelante y las piernas deben llevarse hacia atrás.

9. Tendido supino en el banco y tomando una haltera o mancuernas, movimiento de los brazos por encima de la cabeza hasta llegar a la vertical (pull over). Si la sobrecarga es relativamente pequeña, los brazos se mantienen extendidos. Con grandes sobrecargas, se pueden flexionar ligeramente los brazos. Este ejercicio es especialmente eficaz para desarrollar los músculos serratos.

Observaciones: hay que variar la inclinación del banco y la anchura de la presa para lograr desarrollar tanto la parte interna del pectoral como la externa. La presa ancha permite desarrollar la parte lateral de los músculos, y la presa estrecha la interna. El cambio de la inclinación permite desplazar la finalidad de la acción de los ejercicios de la parte superior del pectoral (en posición inclinada) a la parte central del pectoral (en posición horizontal) y hacia la parte inferior (en posición declinada).

Espalda: El desarrollo de la espalda presupone ejecutar ejercicios para desarrollar principalmente el trapecio, dorsal ancho y largo.

Los principales ejercicios para desarrollar los músculos trapecios son:

1. En la barra fija y con presa ancha, flexión de brazos hasta llegar con la barbilla a la barra.

2. De pie, tomando la barra con presa a la anchura de los hombros, encogimientos de hombros. Es indispensable intentar que la amplitud de ... movimientos sea máxima.

... o mancuernas, rotaciones

... mancuernas o la barra ...ón de la barra hasta la ...s importante elevar los

... utilizando una máquina

en ...
const...
ción pr...

Principales ejercicios para desarrollar el dorsal ancho:

1. Tracción de la barra hacia el pecho con los brazos flexionados. La presa puede variar mucho: desde una presa estrecha (10-15 cm) hasta una presa extremadamente ancha. Asimismo es posible cambiar la dirección de la tracción: desde la barbilla hasta la parte inferior del abdomen.

2. Tracción de la barra hacia el pecho con los brazos en una extremidad en flexión.

3. Tracción de la mancuerna en flexión. Este ejercicio representa una carga inferior para la zona lumbar de la columna vertebral que la tracción con la barra en flexión.

4. En la barra fija con presa media y ancha, flexión de brazos para acercar el pecho a la barra. El ejercicio actúa principalmente en la porción inferior de los músculos.

5. En la barra fija con presa ancha, flexión de brazos a pasar la barra por detrás de la cabeza. El ejercicio actúa principalmente en la porción superior del músculo.

6. Utilizando poleas y con distinta anchura de presa, tracción desde arriba hacia el pecho (para la parte inferior del músculo).

7. Utilizando poleas con presa ancha, tracción desde arriba hacia detrás de la cabeza (para la parte superior del músculo).

8. Sentado y utilizando poleas con anchura de la presa variable, tracción hacia el pecho desde la barbilla hasta la parte inferior del abdomen.

Principales ejercicios para desarrollar el dorsal largo.

1. De pie con el tronco y piernas flexionadas, tracción de la barra flexionando los brazos.

2. De pie con el tronco flexionado y piernas extendidas, tracción de la barra.

3. Sentado y utilizando poleas, tracción hacia el pecho.

4. Flexiones con la barra encima de los hombros.

5. Extensión del tronco utilizando máquinas de musculación especiales.

Observaciones: cuando se trabaja para desarrollar la espalda, los deportistas no suelen experimentar dificultades. Respecto a los demás grupos musculares, los músculos asimilan bien estas acciones.

Para aumentar la eficacia del entrenamiento, es conveniente variar la anchura de la presa y, en la medida de las posibilidades, alternar la presa en posición supina y prono, así como cambiar la dirección del movimiento.

Muslos. Los ejercicios deben permitir desarrollar los músculos flexores o extensores del muslo, así como actuar en todo el grupo muscular. Expondremos los ejercicios más importantes.

1. Sentadillas con la barra en los hombros o sobre el pecho con la ayuda de una máquina de musculación especial. Se trata de un ejercicio especial que, además de la carga en los flexores y en los extensores del muslo, ejerce también una potente acción en los glúteos y en los músculos de la pierna.

2. Sentadillas separando bastante los pies. Durante la ejecución de este ejercicio, los talones se hallan a 15-25 cm de distancia y los pies en abducción (ángulo de 40-45°). Hay que sentarse hasta que los muslos no lleguen a las piernas. El ejercicio puede realizarse con la barra en los hombros o utilizando máquinas de musculación especiales.

3. Elevación de las piernas extendidas hacia arriba o hacia un banco inclinado. Si se utiliza un banco, el ángulo óptimo de inclinación es de 40-50°. Este ejercicio (especialmente utilizando un banco inclinado) permite disminuir la carga en la columna vertebral de forma considerable.

4. En posición de sentado extender las piernas, utilizando máquinas de musculación especiales (aplicando una resistencia del tipo «Nautilus» o poleas).

5. Flexión de piernas en posición de sentado utilizando máquinas especiales (tipo «Nautilus», poleas).

6. Flexión alternada de las piernas utilizando máquinas especiales (tipo «Nautilus», poleas).

7. De pie, tracción de la barra con las piernas extendidas.

8. Caídas (fondos) con la barra sobre los hombros. Las piernas se colocan a 40-45 cm, distancia para los fondos: 70-90 cm. Al estar en la posición de fondo, es conveniente ejecutar varios movimientos de rebote.

Observaciones: la eficacia de estas sentadillas puede aumentar si se coloca bajo el talón un objeto de 5-6 cm, si se varía la distancia entre los pies: desde 20-30 cm hasta 50-60 cm. Es indispensable mantener la espalda recta.

Piernas. Para el desarrollo de los músculos de las piernas, cabe tener en cuenta que la finalidad de la acción depende en gran parte de la posición de los pies. Una posición paralela de los pies permite desarrollar de forma equilibrada los gemelos. Si los pies se colocan en abducción, aumenta la acción en la parte interna del músculo y cuando los talones se colocan hacia el exterior, se desarrolla sobre todo la parte externa del músculo.

Los ejercicios para desarrollar las piernas son bastante variados:

1. De pie, con la barra sobre los hombros o utilizando máquinas especiales, elevarse extendiendo las piernas a la altura de las rodillas exclusivamente.

2. De pie, con apoyo sobre una pierna, elevarse. Las condiciones para ejecutar el ejercicio son las mismas que las del ejercicio anterior.

3. De pie, elevarse extendiendo las piernas a la altura de las rodillas exclusivamente con un, dos o tres compañeros sobre los hombros. Los compañeros pueden bajarse según su cansancio.

4. Extender las piernas a la altura de las rodillas con bancos especiales para hacer fuerza con las piernas. El ejercicio puede realizarse simultánea o alternativamente.

5. Elevarse sobre la parte delantera del pie. El ejercicio puede ejecutarse con los dos pies o uno después del otro, con la barra o con máquinas de musculación. Con trabajo excéntrico, el talón se coloca más abajo que la punta del pie, para lograr mayor amplitud de movimientos en la articulación de la rodilla.

Observaciones: para aumentar la eficacia del ejercicio, es importante variar la distancia entre los pies: desde 5-10 cm hasta 50-60 cm.

Abdominales: En culturismo se utilizan los siguientes ejercicios para desarrollar los músculos abdominales.

1. Tendido supino en un banco, flexión de la columna. Las piernas se flexionan ligeramente a la altura de las rodillas para disminuir la carga en la zona lumbar. Este ejercicio es fundamental para desarrollar el músculo recto del abdomen y puede realizarse con un peso suplementario que el deportista sostiene entre sus manos en la nuca o en el pecho.

2. Tendido supino en un banco, flexión de la columna con giro simultáneo de 90°. Durante la ejecución de este ejercicio, la carga recae en el recto del abdomen y también en los músculos oblicuos.

3. Desde la posición de tendido supino en el banco, desde la suspensión en barra fija o en la espaldera, elevación de las piernas. El ejercicio es especialmente eficaz para desarrollar los músculos de la parte inferior del abdomen.

4. Desde la posición de suspensión en barra fija o en las espalderas, movimientos circulares con las piernas. El ejercicio es eficaz para desarrollar tanto el recto del abdomen como los músculos oblicuos.

5. Flexión de la columna con la ayuda de máquinas de musculación de tipo «Nautilus» y con poleas (para desarrollar el músculo recto del abdomen).

6. Desde la posición de tendido lateral, elevación del tronco (para desarrollar los músculos oblicuos del abdomen).

7. Con la barra sobre los hombros, flexiones laterales de tronco (para desarrollar los músculos oblicuos del abdomen).

8. De pie, sentado o en flexión, giros con la barra sobre los hombros.

Observaciones: cuando los ejercicios se realizan con sobrecargas, no conviene utilizar grandes pesos, lo cual permite no hacer intervenir en el trabajo los músculos dorsales y de los brazos y permite ejecutar una gran cantidad de repeticiones en cada intento (es importante para desarrollar los abdominales).

Un importante factor que determina una buena eficacia es la gran variedad de aparatos, resistencias, sobrecargas y máquinas de musculación. Ello permite un desarrollo completo del sistema muscular, permite al deportista trabajar exclusivamente cada parte del cuerpo, variar constantemente el proceso de entrenamiento, sin que el organismo tenga la posibilidad de adaptarse a los estímulos utilizados. Se aplican distintas construcciones de halteras, mancuernas, paralelas y bancos suecos, bancos especiales para los press, para las flexiones de brazos (desarrollo del bíceps), etc. Se utilizan poleas con carga selectorizada. Un lugar especial corresponde a las máquinas tipo «Nautilus» que permiten ejecutar ejercicios con el método de resistencia variable. También están ampliamente difundidos los ejercicios que se ejecutan en parejas.

Cabe señalar que la preparación de los culturistas es un tanto conservadora en lo que al material se refiere y se basa en gran parte en la utilización de barras, mancuernas, sencillas máquinas de musculación con poleas. Numerosos deportistas de alto nivel no valoran las posibilidades de las máquinas con resistencias que permiten actuar en los músculos con cargas casi extremas en toda la amplitud del movimiento sin olvidar sus posibilidades en ángulos articulares concretos. Si tenemos en cuenta que estas máquinas de musculación permiten lograr además un estiramiento muscular en la fase inicial del movimiento y que reglamentan estrictamente la técnica racional de ejecución del movimiento, limitando los músculos que intervienen en un trabajo, resulta evidente la necesidad de utilizarlas más ampliamente en la práctica del culturismo moderno.

Actualmente, diferentes marcas han fabricado cerca de 30 máquinas que permiten un desarrollo estricto de los distintos grupos musculares. Por ejemplo, la última línea de «Nautilus» incluye 27 estaciones. Más de 20 comprenden los de otras marcas conocidas («Cybex», «Sports World», «David», etc.). Si tenemos en cuenta que algunas de las máquinas son polivalentes y permiten ejecutar de 2 a 5 ejercicios del mismo grupo para trabajar cada grupo muscular o grupo de músculos antagonistas, la cantidad global de ejercicios ejecutados en régimen de resistencia variable puede llegar a ser de 40-50.

Es preciso tener en cuenta que la mayoría de ejercicios que aparecen en el apartado anterior y que permiten desarrollar los distintos grupos musculares pueden ser ejecutados utilizando las máquinas mencionadas. Es cierto que en muchos casos ello conlleva una disminución de la amplitud de los movimientos, la imposibilidad de realizarlos correctamente y una limitación de la variedad de las acciones motoras, lo cual constituye, sin duda alguna, un rasgo negativo.

Por lo tanto, en el entrenamiento moderno de los culturistas la utilización de máquinas de musculación con placas selectorizadas ocupa un lugar importante. Algunos deportistas realizan hasta un 50-60% del volumen total del trabajo con dichas máquinas. Son especialmente eficaces durante el período de preparación cuando se plantea la meta de aumentar la masa muscular.

Enumeraremos seguidamente las recomendaciones más importantes que conviene seguir para utilizar las máquinas de musculación con resistencias variadas. Estas recomendaciones son eficaces cuando el trabajo pretende desarrollar la fuerza máxima.

1. Al elegir las resistencias, es preciso intentar que el deportista pueda en cada intento ejecutar 8-12 movimientos con total amplitud. Si no se logra ejecutar 8 repeticiones, es preciso disminuir la resistencia en un 5%. Si se logran realizar 12 repeticiones y más, conviene aumentar la resistencia en un 5%.

2. La cantidad de repeticiones de cada intento debe hacer desarrollar la fatiga con la que el deportista ya no puede ejecutar el ejercicio como es debido.

3. Cuando se planifica el programa de las sesiones de entrenamiento se ejecutan primero los ejercicios para los grupos musculares grandes para pasar progresivamente a otros menores. Por ejemplo: muslos, espalda, pecho, abdomen, hombros, brazos.

4. Los ejercicios deben ejecutarse lentamente:

la parte concéntrica en 1,5-2,5 seg; la parte excéntrica dos veces más lenta (en 3-5 seg).

5. Durante la ejecución de los ejercicios, hay que intentar que los movimientos se ejecuten con total amplitud. Es especialmente importante intentar un estiramiento máximo al final de la fase excéntrica del movimiento.

Por otra parte, no hay que olvidar que, a pesar de la eficacia de las máquinas de resistencias alternas, los ejercicios con barras, mancuernas, poleas y otros medios permiten en muchos casos diferenciar mejor la acción en los músculos. Ello es muy importante en el período precompetitivo para variar el proceso de preparación. De este modo, en el culturismo moderno, únicamente la aplicación conjunta de todo el arsenal de medios técnicos permite lograr una preparación total del deportista.

TÉCNICAS METODOLÓGICAS EFICACES

En los primeros 2-3 años de la preparación, los culturistas progresan rápidamente si observan los principios fundamentales de la estructura racional de la preparación: una acción equilibrada sobre todos los grupos musculares, un aumento progresivo de las cargas, una alternancia de la finalidad predominante de las sesiones, la elección de las resistencias óptimas, el número de repeticiones en cada intento, la cantidad global de intentos en cada sesión de entrenamiento, etc.

Sin embargo, conforme aumenta el nivel de los deportistas, conforme aumenta la fuerza y la adaptación de los músculos a las cargas, estos principios dejan de ser suficientes para la posterior estimulación de los procesos de adaptación en el tejido muscular. Por ello, los deportistas de alto nivel aplican varias técnicas metodológicas que intensifican bruscamente el proceso de la acción de los ejercicios en el sistema muscular y que estimulan su posterior adaptación.

Cheating. La esencia de la técnica supone incluir en el trabajo músculos suplementarios cuando el deportista ya no está en estado de seguir con las repeticiones de cada serie. Por ejemplo, cuando se planifica la ejecución de un ejercicio para el bíceps (de pie, flexión del antebrazo sobre el brazo), el deportista puede ejecutar 8 repeticiones en una serie. Sin embargo, puede ejecutar todavía 3-4 repeticiones si incluye en el trabajo los dorsales y los músculos del hombro, lo cual altera la técnica adecuada del ejercicio pero supone una carga suplementaria para el bíceps.

Repeticiones suplementarias. Esta técnica, al igual que el «cheating», permite ejecutar algunas repeticiones más en cada serie. Por ejemplo, cuando se ejecutan sentadillas con la barra, el deportista puede hacer cinco repeticiones en cada serie. Efectúa 2-3 con la ayuda de un compañero que está de pie detrás de él asistiéndole. Si se ejecutan ejercicios con un brazo, se puede utilizar la ayuda del otro para aumentar la cantidad de repeticiones.

Breves pausas en cada serie. La técnica se basa en una intensa recuperación de la capacidad de trabajo muscular inmediatamente después de la ejecución del ejercicio «hasta que no se puede más». Por ejemplo, el deportista ha sido capaz de realizar 8 repeticiones en la serie. Después de una breve pausa (8-10 seg), puede hacer 1-2 repeticiones más. Es muy útil emplear esta técnica cuando los ejercicios se ejecutan en máquinas de poleas o en máquinas de musculación tipo «Nautilus».

Disminución de las sobrecargas. Esta técnica consiste en una disminución progresiva de las sobrecargas cuando va apareciendo la fatiga en cada serie y aumenta la cantidad de repeticiones. Por ejemplo, el deportista ejecuta sentadillas con la barra. Tras la ejecución de la máxima cantidad de repeticiones con un peso determinado (por ejemplo, 5 repeticiones), los compañeros eliminan rápidamente dos discos de 10 kg. Ello permite ejecutar dos repeticiones más. A continuación, los compañeros vuelven a aumentar el peso del aparato, etc. Cuando el trabajo pretende hipertrofiar la masa muscular, es posible aplicar 2-3 disminuciones del peso para lograr 10-12 repeticiones en una serie. Cuando se trabaja el relieve muscular, el peso del aparato puede disminuir 5-6 veces, y la cantidad de repeticiones puede llegar a 20-25.

Cuando se trabaja con mancuernas, el deportista elige de antemano varios pares de distinto peso. Tras ejecutar 5-6 repeticiones con las mancuernas de mayor peso, toma otras más ligeras y ejecuta 2-3 repeticiones para volver a cambiar de mancuernas, etc.

Repeticiones más breves. La técnica se basa en proseguir las repeticiones con menos amplitud de movimientos cuando no es posible ejecutar los ejercicios con total amplitud. Por ejemplo, el deportista que ejecuta un press de banca advierte que puede ejecutar la octava repetición. Sin embargo, interrumpe el trabajo y ejecuta 2-3 movimientos más con menos amplitud (aproximadamente 1/3 de la parte final del movimiento). Las

repeticiones más breves deben repetirse únicamente cuando la fatiga no permite proseguir la ejecución con total amplitud.

Repeticiones excéntricas. La técnica se basa en aumentar la eficacia del trabajo excéntrico durante la ejecución de cada repetición. Para ello, la parte excéntrica del movimiento se realiza muy lentamente (aproximadamente dos veces más que para la parte concéntrica). Para aumentar la carga en las repeticiones excéntricas, la parte concéntrica debe ejecutarse con la ayuda de una barra o de un compañero, mientras la parte excéntrica debe ser más lenta, con toda la carga.

En algunos ejercicios, la parte concéntrica del movimiento puede ejecutarse con la ayuda de ambos brazos o de ambas piernas y la parte excéntrica con la ayuda de un brazo o de una pierna. Por ejemplo, en la extensión de piernas con una máquina de tipo poleas, la parte concéntrica se ejecuta con ambas piernas, y la parte excéntrica con una pierna y luego la otra.

También se utiliza la técnica según la cual la parte concéntrica del trabajo se ejecuta de forma independiente, mientras durante la ejecución de la parte excéntrica, un compañero aumenta la carga. Por ejemplo, el deportista realiza una elevación a fuerza de la barra con presa ancha, sentado en el banco inclinado. La parte concéntrica del movimiento debe ser ejecutada por el deportista de forma independiente, mientras que, cuando baja lentamente la barra, el compañero presiona en la misma, aumentando así la resistencia.

Tensiones isométricas. La técnica presupone unas tensiones isométricas de los músculos implicados en las pausas entre cada intento de 8-10 seg. Ello permite mantener el nivel indispensable de actividad del sistema nervioso y ejerce una influencia positiva en la calidad de las series siguientes, al constituir una carga suplementaria para los músculos.

Disminución de las pausas. Una técnica eficaz para aumentar la intensidad de la acción de entrenamiento durante el período precompetitivo son breves pausas de descanso entre los intentos. Si se planifican durante el período de preparación largos intervalos de descanso entre los intentos (1-2 min), durante el período precompetitivo dichas pausas pueden ser disminuidas hasta 10-15 seg.

Aunque la aplicación de pausas breves provoca inevitablemente una disminución de las sobrecargas, el entrenamiento resulta muy eficaz para mejorar el relieve de los músculos y para eliminar la grasa subcutánea. Esta técnica es eficaz únicamente si se combina con una dieta estricta.

Prolongación de la cúspide de la carga en los músculos. Cuando se utilizan máquinas de musculación del tipo «Nautilus», en ciertas fases del movimiento interviene en el trabajo una gran cantidad de unidades motoras; los músculos se hallan en estado de contracción y desarrollan un esfuerzo mayor. Cuando el deportista alcanza esta fase, debe interrumpir el movimiento durante 3-4 seg. Dicha técnica intensifica el impulso nervioso de los músculos en activo; permite activar una cantidad suplementaria de unidades motoras.

Estiramiento extremo de los músculos. La esencia de dicha técnica consiste en que el deportista intenta estirar al máximo los músculos en activo en la fase final de la parte excéntrica del movimiento. Esta técnica permite «trabajar» los músculos en toda la amplitud del movimiento y asegura un nivel más alto de fuerza en la parte siguiente concéntrica del movimiento. Esta técnica es particularmente eficaz cuando se combina con la técnica de la «prolongación de la cúspide de la carga sobre los músculos».

Superserie de única finalidad. Esta técnica se basa en la unión de dos series de ejercicios de misma finalidad, sin intervalos de descanso entre cada uno de ellos. Por ejemplo, si se trabaja para desarrollar los pectorales, el deportista hace una serie de press de banca y, sin pausa alguna, pasa al ejercicio de aberturas con mancuernas.

Superserie de finalidad diversa. La diferencia de esta técnica respecto a la anterior reside en que la superserie auna ejercicios de varias finalidades. La opción más eficaz es aquella donde se incluyen ejercicios que actúan sobre músculos antagonistas: extensores del muslo, zona abdominal, dorsales, etc.

Triseries. La técnica se basa en el mismo principio que cuando se utilizan las superseries de una finalidad y de varias finalidades. Sin embargo, aquí se ejecutan tres intentos en lugar de dos. Daremos un ejemplo de triserie para los extensores del pie: (a) extensión de las piernas en posición estirada en una máquina especial; (b) extensión de piernas a la altura de la articulación tibioperoneotarsiana utilizando una máquina de poleas; (c) sentadillas con la barra. Para desarrollar los deltoides la triserie siguiente es muy efectiva: (a) press tras nuca; (b) aberturas laterales

en posición sentada; (c) con el tronco flexionado, aberturas de brazos (pájaros).

Serie gigante. La técnica se basa en la combinación de varias tandas de ejercicios como en las superseries o en el triserie. Sin embargo, en la serie gigante se unen 4-6 ejercicios que ejercen conjuntamente una acción polifacética en un grupo muscular. Por ejemplo, una serie gigante para los músculos dorsales puede ser como sigue: (a) flexiones en la barra fija por detrás de la cabeza; (b) tracción hacia el pecho en polea baja o una máquina tipo «Nautilus»; (c) rotación de los hombros con mancuernas; (d) sentado, tracción por detrás de la cabeza utilizando poleas o una máquina tipo «Nautilus».

En la serie gigante pueden alternarse ejercicios que incluyan los músculos antagonistas: (a) flexiones en banco inclinado; (b) con el tronco flexionado, tracciones de la barra hacia el pecho; (c) tendido supino, aberturas con mancuernas; (d) sentado, tracción por detrás de la cabeza y utilizando máquinas de musculación; (e) vuelos en paralelas con un peso; (f) sentadillas.

Series variadas de misma finalidad. En las sesiones de entrenamiento, una serie suele comprender varios intentos, en cada uno de los cuales el deportista ejecuta el mismo ejercicio. Esta técnica se basa en la ejecución de series cuando se ejecutan distintos ejercicios para el mismo grupo muscular. Por ejemplo, para desarrollar el bíceps, se pueden utilizar los ejercicios siguientes: (a) de pie, flexión de brazos con barra; (b) curl de bíceps con mancuernas; (c) curl de bíceps con mancuernas en banco inclinado; (d) curl en banco Scott; (e) curl con mancuernas sentado con la espalda *contra la pared para fijar el cuerpo. Se planifica* entre cada ejercicio las mismas pausas que cuando se ejecutan los intentos de las series habituales.

La aplicación de esta técnica disminuye un tanto la carga selectiva en los músculos, pero permite ejercer una acción más completa en el grupo muscular trabajado y diversifica los programas de entrenamiento.

Combinación de ejercicios análogos en un *intento*. *El principio consiste en que el* deportista ejecute dos ejercicios para un mismo grupo muscular. El primer ejercicio es siempre más difícil, y el segundo más sencillo. Por ejemplo, para los pectorales, el deportista realiza aberturas con mancuernas hasta que tiene fuerzas para ello, después de lo cual, pasa a press con mancuernas en posición estirada. En el segundo ejercicio, además de los pectorales, se involucran el tríceps y el deltoides, lo cual permite al deportista ejecutar varias repeticiones más.

Isolación previa de los músculos. La técnica se utiliza para aumentar la eficacia de los ejercicios básicos. Por ejemplo, antes del ejercicio de press de banca, se ejecuta el de aberturas con mancuernas; antes del ejercicio curl de bíceps con barra se ejecuta el curl alternado en banco de Scott.

Variación de la amplitud de movimientos. La técnica se basa en la alternancia de movimientos de distinta amplitud, en una serie. Por ejemplo, el deportista ejecuta sentadillas. El primer movimiento de la serie se realiza con total amplitud; el segundo, hasta el ángulo de flexión de las rodillas de 100-110°; en el tercero el deportista pone las piernas totalmente extendidas, luego baja hasta el ángulo de flexión a la altura de las rodillas (ángulo de 100-110°), volviendo a extenderlas, etc. De este modo, un trabajo variado permite una acción concentrada en los músculos en ciertas fases del movimiento.

Una variante eficaz de esta técnica es alternar los movimientos de distinta amplitud en una serie en la cual al principio se efectúan varias repeticiones con amplitud media en su parte inferior, y luego varios movimientos con media amplitud en su parte superior y, por fin, varios movimientos con amplitud total. El deportista suele ejecutar entre 4 y 10 repeticiones en cada movimiento, es decir que el número total de repeticiones en una serie oscila entre 12 y 30.

Un elemento eficaz de esta técnica consiste en detener el movimiento en el medio de la amplitud, lo cual aumenta la carga en los músculos.

Estres muscular. La técnica consiste en renovar constantemente los ejercicios que actúan en un grupo muscular. Cuando el deportista observa que el organismo se adapta a un conjunto de ejercicios que ya no estimulan una adaptación posterior, cambia drásticamente el programa de los ejercicios. Esta rápida transición a ejercicios de método, aplicación y estructura diferentes actúa como una especie de estres para un determinado grupo muscular, estimulando su posterior adaptación.

Series suplementarias. Esta técnica se aplica para perfeccionar los músculos más retrasados. Se planifican unas series de ejercicios para un grupo muscular al principio de la sesión, tras lo cual el

deportista pasa a un trabajo con otros grupos *musculares. Pero, durante* toda una sesión, después de cada 4-6 series, se ejecuta un bloque de la primera serie, lo cual permite mantener la carga en un grupo muscular menos desarrollado durante toda la sesión de entrenamiento.

Variedad de cargas. La técnica se basa en la variedad de planificación de las cargas en cada sesión de entrenamiento cambiando las sobrecargas y la cantidad de repeticiones en cada serie. Por ejemplo, cuando un grupo muscular se entrena tres veces por semana, se planifica en la primera sesión una cantidad relativamente grande de repeticiones (12-14) con sobrecargas moderadas. En la segunda sesión, las sobrecargas se incrementan, mientras que la cantidad de repeticiones de cada serie disminuye (8-10). En la tercera sesión, se utilizan sobrecargas casi máximas con una pequeña cantidad de repeticiones en cada serie: 4-6. De este modo, cada sesión se caracteriza por una carga específica, lo cual asegura la presencia de estímulos constantes a la adaptación muscular.

PARTICULARIDADES DE LA ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE LAS SESIONES DE ENTRENAMIENTO

Los programas de las sesiones de entrenamiento deben ser estructurados en estricto acuerdo con los objetivos del período de preparación y de competición.

Al elegir los ejercicios para el período de preparación, hay que incluir ejercicios de base que hagan intervenir grandes volúmenes musculares. Los ejercicios deben ser variados y asegurar un desarrollo equilibrado de todas las partes del cuerpo. Las resistencias deben ser bastante grandes; el ritmo de los movimientos debe ser lento, y la cantidad de repeticiones, relativamente baja. Al planificar los programas de entrenamiento, es preciso utilizar técnicas metodológicas que aumenten la eficacia de los ejercicios para aumentar la masa muscular.

En el período competitivo, los ejercicios deben ser aislados. Todo el método de entrenamiento, incluidas las diversas técnicas metodológicas, deben tender a aumentar el relieve muscular y a eliminar el exceso de grasa subcutánea. La magnitud de las resistencias disminuye un poco, el ritmo de los movimientos y la cantidad de repeticiones de cada serie aumentan respecto a los índices del período de preparación. Los ejercicios que permiten aumentar la masa muscular se planifican para mantener los índices anteriormente logrados e incluso si se observa una desproporción en el desarrollo de las distintas partes del cuerpo y es indispensable estimular los músculos y grupos musculares más atrasados.

Daremos ejemplos de los programas de las sesiones de entrenamiento para desarrollar las distintas partes del cuerpo.

Período de preparación

Hombros, antebrazos

1. Sentado con la espalda apoyada, press tras nuca, 1 x 20, 5 x 6-8.
2. De pie, press con mancuernas en supinación, 1 x 20, 5 x 6-8.

En la posición de partida

3. Press tras nuca 1 x 20, 5 x 6-8.
4. De pie, aberturas laterales, 1 x 15, 4 x 8-10.
5. De pie, tomando la haltera con presa estrecha, tracción de la barra hacia la barbilla, 1 x 15, 4 x 6-8.
6. Sentado, con un brazo de lado y utilizando las poleas, tracción transversal, 1 x 15, 4 x 8-10.
7. Curl de bíceps con barra, presa en pronación 1 x 15, 4 x 8-10.
8. Sentado, con los codos y la parte superior del brazo sobre la superficie inclinada, flexión de la mano, 4 x 12-15.
9. Sentado, con los codos y la parte superior del brazo sobre la superficie inclinada, extensión de la mano, 4 x 12-15.
10. Sentado, con los brazos laterales y utilizando poleas, flexión y extensión de la mano, 4 x 15-20.

Bíceps, tríceps, antebrazo, zona abdominal

1. De pie, curl de bíceps, 1 x 20, 3 x 6-8.
2. Curl de bíceps en banco Scott, 1 x 15, 3 x 6-8.
3. Tendido prono en el banco inclinado (ángulo de 30°), curl de bíceps con mancuernas, brazos paralelos al cuerpo y sin mover los codos, 1 x 15, 3 x 8-10.
4. Tendido supino en el banco inclinado (ángulo de 40°), curl de bíceps con mancuernas, brazos extendidos y sin mover los codos, 1 x 15, 3 x 8-10.
5. De pie, press francés, hombros verticales y sin mover los codos, 1 x 15, 3 x 6-8.
6. Sin mover el tronco, vuelos en las paralelas con un peso, 1 x 15, 3 x 6-8.
7. Tendido supino con presa ancha, elevación de la barra (press francés), 1 x 15, 3 x 6-8.

8. Sentado en el banco, con la mancuerna detrás de la espalda, flexión y extensión de brazos, 1 x 15, 3 x 6-8.

9. De pie, flexión de la mano con la barra, 1 x 15, 3 x 6-8.

10. Movimientos circulares alternos de las manos con mancuernas, 4 x 12-15.

11. Curl de bíceps con presa en pronación, 1 x 15, 3 x 6-8.

12. Tendido supino con las rodillas ligeramente flexionadas, flexión de la columna, 4 x 15-20.

13. Flexión de la columna utilizando una máquina tipo «Nautilus».

14. Tendido supino y sosteniendo un peso detrás de la cabeza, elevación del tronco y giro simultáneo de 90°, 4 x 15-20.

Pecho, espalda, piernas

1. Tendido supino, press de banca con presa estrecha, 1 x 20, 3-4 x 6-8.

2. Flexiones en la barra fija con un peso (presa ancha: 10-15 cm más que la anchura de los hombros por cada lado), 1 x 15, 3-4 x 8-10.

3. En las paralelas, mantener la posición de hombros inclinados hacia adelante, piernas hacia atrás con un peso, 1 x 15, 3-4 x 8-10.

4. Tendido supino en el banco, pull over, 1 x 20, 3-4 x 6-8.

5. Flexiones en la barra fija con presa ancha y con peso por detrás de la cabeza, 1 x 15, 3-4 x 8-10.

6. De pie, tracción de la barra hacia la barbilla 1 x 15, 3-4 x 6-8.

7. De pie con el tronco flexionado, tracción de la barra hacia el pecho (presa ancha), 1 x 20, 3-4 x 6-8.

8. En la barra fija con presa ancha, flexiones hacia el pecho, 1 x 15, 3-4 x 8-10.

9. Tracción de la barra en flexión con los dos brazos, piernas flexionadas en la posición inicial, 1 x 20, 3-4 x 6-8.

10. Sentadillas 1 x 15, 3-4 x 6-8.

11. De pie con piernas extendidas, elevaciones sobre la punta de los pies con la haltera sobre los hombros, 4-5 x 15-20.

12. Extensión de los pies en una máquina especial para la fuerza de piernas, 3 x 15-20.

13. De pie con piernas extendidas, elevaciones sobre la punta de los pies con un compañero sobre la espalda, 3 x 15-20.

Período precompetitivo

Hombros, antebrazos

1. De pie, press militar con presa media, 3 x 10-12.

2. Press tras nuca, 3 x 10-12.

3. Sentado, aberturas con mancuernas, 3 x 12-15.

4. Con mancuernas, movimientos circulares de los brazos adelante-atrás, 3 x 12-15.

5. Con mancuernas, movimientos circulares de los brazos atrás-adelante, 3 x 12-15.

6. Tendido supino, aberturas de brazos con mancuernas, 3 x 12-15.

7. De pie, flexión de la mano con la barra (codos apoyados sobre el banco inclinado), 5 x 20-25.

8. De pie con los brazos laterales, flexión de la mano utilizando poleas, 4 x 25-30.

9. De pie con brazos extendidos, extensión de la mano con la barra, 4 x 25-30.

10. Movimientos circulares con mancuernas, brazos adelante, 4 x 25-30.

11. Sentado, flexión de brazos con mancuernas con presa en pronación, 4 x 12-15.

Bíceps, tríceps, antebrazo, abdominales

1. De pie, curl de bíceps con barra, 3-4 x 10-12.

2. Tendido supino en banco inclinado (ángulo de 30°), curl de bíceps con mancuernas, brazos paralelos al cuerpo sin mover los codos, 3-4 x 12-15.

3. De pie, curl de bíceps alternado con mancuernas, 3-4 x 12-15.

4. Press francés por encima de la cabeza con presa supina, sin mover los hombros, 3-4 x 10-12.

5. Fondos en las paralelas con un peso, 3-4 x 10-12.

6. Tendido supino, press francés con presa estrecha, 3-4 x 10-12.

7. De pie, curl de bíceps con presa en pronación, 3 x 12-15.

8. Sentado, flexión de la mano con mancuernas, 3 x 15-20.

9. Sentado, extensión de la mano con mancuernas, 3 x 15-20.

10. En suspensión de la barra fija, elevación de piernas, 2 x 25-30.

11. Flexión del tronco utilizando una máquina tipo «Nautilus», 3 x 25-30.

12. En suspensión de la barra fija, movimientos circulares con las piernas, 4 x 20.

Pecho, espalda, piernas

1. Press de banca con presa ancha (10-15 cm más que los hombros, por ambos lados) 3 x 10-12.

2. Press de banca en banco inclinado (40°), 3 x 10-12.

3. Tendido prono en banco inclinado (20°), tracción de la barra, 3 x 10-12.

4. De pie, aberturas laterales de brazos con mancuernas, 3 x 12-15.

5. De pie con las mancuernas en las manos, elevación de hombros, 3 x 12-15.

6. De pie con mancuernas, rotación alternada de hombros (abajo-arriba, arriba-abajo) en cada serie, 4 x 12-15.

7. Utilizando poleas, tracción hacia la barbilla, 3 x 10-12.

8. De pie con el tronco flexionado, tracción de la barra hacia el pecho con ambos brazos, 3 x 10-12.

9. Jalón por delante en polea alta, 3 x 12-15.

10. Jalón por detrás de la cabeza en polea alta, 3 x 12-15.

11. De pie con piernas extendidas, elevarse sobre la parte anterior del pie, utilizando una máquina, 3 x 25-30.

12. Extensión alternativa de las piernas con una máquina especial, 4 x 20-25.

13. De pie con piernas extendidas, elevación alternativa sobre la punta de los pies, 4 x 40-50.

Muslos, piernas, zona abdominal

1. Sentado, extensión de piernas en la prensa horizontal, 5 x 12-15.

2. En posición estirada, flexión de piernas utilizando una máquina tipo «Nautilus».

3. Sentadillas, 5 x 12-15.

4. Flexión y extensión de piernas en la máquina jaca (ángulo de 45°), 5 x 12-15.

5. De pie con piernas extendidas y la barra sobre los hombros, elevarse sobre la punta de los pies, 4 x 25-30.

6. De pie, elevarse alternativamente con apoyo sobre un pie, 4 x 25-30.

7. De pie, elevarse con un compañero sobre la espalda, 4 x 24-30.

8. Serie gigante para los abdominales (se ejecuta tres veces):

a) tendido supino, elevación del tronco; 20-25.

b) tendido supino, elevación de las piernas; 25-30.

9. Flexiones laterales con la barra sobre los hombros, 40-50.

10. Sentado, giros con la barra sobre los hombros, 40-50.

Los programas de las sesiones pueden ser muy variados si se utilizan las técnicas que hemos presentado en este capítulo: cheating, repeticiones suplementarias, breves pausas, disminución de las sobrecargas, repeticiones más breves, repeticiones excéntricas, tensiones isométricas, etc.

Es especialmente útil la aplicación de superseries de una misma y de distinta finalidad, triseries, series gigantes. Según el nivel de los deportistas y el programa de entrenamiento, se pueden ejecutar entre 2 y 6-8 superseries, entre 2 y 5-6 triseries, de 1 a 3-4 series gigantes. Las pausas deben permitir recuperar la capacidad de trabajo. 2-3 min entre las superseries; 2-4 min entre los triseries, 4-6 min entre las series gigantes.

Daremos varios fragmentos de programas de sesiones de entrenamiento, utilizando dichas técnicas.

1. Superserie de misma finalidad para el bíceps: (a) de pie, curl de bíceps (b) curl en banco Scott.

2. Superserie de una misma finalidad para el pectoral: (a) en posición estirada sobre banco inclinado (30°) flexión de la barra, (b) tendido prono sobre banco inclinado (20°), elevación de la barra.

3. Serie de una misma finalidad para el dorsal ancho: (a) tracción hacia el pecho con presa media, utilizando polea alta; (b) con presa ancha, tracción por detrás de la cabeza utilizando poleas.

4. Superserie de distinta finalidad para el bíceps y el tríceps: (a) flexión de brazos, utilizando una máquina del tipo «Nautilus», (b) press francés por detrás de la cabeza, con los hombros verticales.

5. Triserie para el bíceps: (a) curl de bíceps alternado con mancuernas en banco Scott; (b) curl de bíceps con barra en banco Scott; (c) de pie, curl de bíceps con barra con presa en pronación.

6. Triserie para el trapecio: (a) tracción de la barra hacia la barbilla; (b) de pie, subir y bajar los hombros con la presa a la anchura de los mismos; (c) de pie, rotaciones de hombros con mancuernas.

7. Serie gigante para los músculos dorsales; (a) tracción hacia la barbilla utilizando una máquina con poleas; (b) tracción hacia el pecho, utilizando polea alta; (c) tracción por detrás de la cabeza utilizando poleas; (d) Con el tronco flexionado, tracción de la barra hacia el pecho con dos brazos; e) tracción de la mancuerna en flexión.

8. Serie gigante para los deltoides; (a) press tras nuca; (b) sentado, aberturas laterales con mancuernas; (c) de pie con el tronco flexionado, aberturas laterales con mancuernas; (d) tracción de la barra hacia la barbilla.

CAPÍTULO IV

La flexibilidad y los métodos para perfeccionarla

TIPOS DE FLEXIBILIDAD Y SU IMPORTANCIA

La flexibilidad comprende propiedades morfofuncionales del aparato locomotor que determinan la amplitud de los distintos movimientos del deportista. El término «flexibilidad» es más adecuado para valorar la movilidad de las articulaciones de todo el cuerpo. Cuando se habla de una articulación en concreto, es preferible hablar de su movilidad (movilidad de la articulación femorotibial, de la articulación escapulohumeral).

El grado de desarrollo de la flexibilidad es uno de los factores más importantes que determinan el nivel del deportista en distintas modalidades. La carencia de flexibilidad puede complicar la asimilación de hábitos motores. Algunos de ellos (componentes de la técnica eficaz de ejecución de los ejercicios de competición) no pueden ser asimilados en modo alguno. Una movilidad articular insuficiente limita el nivel de los índices de fuerza, velocidad y coordinación; provoca una disminución de la economía y suele ser causa de lesiones musculares y ligamentosas.

Un mal nivel de desarrollo de la flexibilidad disminuye los resultados del entrenamiento para desarrollar otras capacidades motoras. Así pues, está demostrado que la eficacia de la preparación de fuerza aumenta en gran parte cuando aumenta la movilidad de movimientos. Ello permite demostrar un alto nivel de fuerza utilizando las propiedades elásticas de los músculos al principio de los movimientos y constituye incluso una carga estimuladora en todas las fases del movimiento.

Cada modalidad deportiva plantea exigencias específicas de flexibilidad. Ello se debe ante todo a la estructura biomecánica de los ejercicios de competición. Por ejemplo, los remeros de pruebas clásicas deben tener una movilidad máxima en la columna vertebral, en los hombros y en las articulaciones coxofemorales; los corredores y los patinadores de velocidad, en las articulaciones coxofemorales, en las rodillas y en los pies; los esquiadores, en los hombros, en las articulaciones coxofemorales, en las rodillas y en los pies; los nadadores, en los hombros y en los pies.

Un buen nivel de flexibilidad permite al deportista lograr la amplitud de movimientos en todas las articulaciones para realizar de forma eficaz los ejercicios de competición. Esta diferencia se determina como la reserva de flexibilidad.

Se distingue la flexibilidad activa y la flexibilidad pasiva. La flexibilidad activa es la capacidad de ejecutar movimientos con gran amplitud mediante la acción de los músculos que rodean la articulación correspondiente. La flexibilidad pasiva es la capacidad de lograr la mayor movilidad posible en las articulaciones mediante la acción de fuerzas externas. Los índices de flexibilidad pasiva siempre son más altos que los de flexibilidad activa. La flexibilidad activa se realiza durante la ejecución de distintos ejercicios físicos, por lo que su importancia es mayor que la de la flexibilidad pasiva que refleja la magnitud de la reserva para desarrollar la flexibilidad activa.

Es indispensable tener en cuenta que la relación entre la flexibilidad activa y la flexibilidad pasiva es poco importante. Existen deportistas que presentan un alto nivel de flexibilidad pasiva con un desarrollo escaso de la flexibilidad activa, y viceversa. El nivel de flexibilidad pasiva es fundamental para aumentar la flexibilidad activa. Sin embargo, el aumento de ésta exige un trabajo especial relacionado, no sólo con el perfeccionamiento de las capacidades que determinan el nivel de flexibilidad, sino también con el aumento de la fuerza de los deportistas. En particular, esta situación se observa con una gran

diferencia entre las flexibilidades activa y pasiva. Cuanto mayor sea dicha diferencia, mayor será el aumento de la movilidad articular.

La flexibilidad de ambos tipos es específica para cada articulación. Esto significa que un elevado nivel de movilidad en los hombros no implica el mismo nivel de movilidad en las articulaciones coxofemorales y tibioperoneotarsianas. Por ello, surge la necesidad de desarrollar la flexibilidad de forma completa en el proceso de la preparación física general y de aumentar la movilidad en las articulaciones más importantes para cada modalidad deportiva en el proceso de la preparación física especial.

Se distingue asimismo la movilidad anatómica, la movilidad máxima, cuyo límite es la estructura de las articulaciones correspondientes. Durante la ejecución de los movimientos habituales, el ser humano utiliza solamente una pequeña parte de la movilidad posible. La actividad competitiva en cada modalidad plantea sus propias exigencias de movilidad articular. Durante la ejecución de cada elemento técnico, la movilidad articular puede alcanzar el 85-90% e incluso más. Por otra parte, es preciso tener en cuenta que una flexibilidad excesiva puede presentar consecuencias negativas: la desestabilización de las articulaciones y el aumento del riesgo de lesiones.

Las particularidades de la estructura de las distintas articulaciones, la combinación de sus tejidos establecen los límites anatómicos de la flexibilidad aunque un entrenamiento especial mejore las propiedades elásticas de la cápsula de la articulación, de los ligamentos, cambie la forma de las superficies osteoarticulares. El nivel de flexibilidad está limitado, ante todo, por la tensión de los músculos antagonistas. Por ello, la flexibilidad depende de la capacidad de combinar la tensión de los músculos que efectúan el movimiento con la relajación de los músculos elongados (Matvieiev, 1977).

FACTORES QUE DETERMINAN EL NIVEL DE FLEXIBILIDAD

El nivel de flexibilidad obedece a los factores fundamentales siguientes: a las propiedades elásticas de los músculos y del tejido conjuntivo, a la eficacia de la regulación nerviosa de la tensión muscular, así como a la estructura de las articulaciones. La flexibilidad activa depende también del nivel de desarrollo de la fuerza y de la perfección de la coordinación.

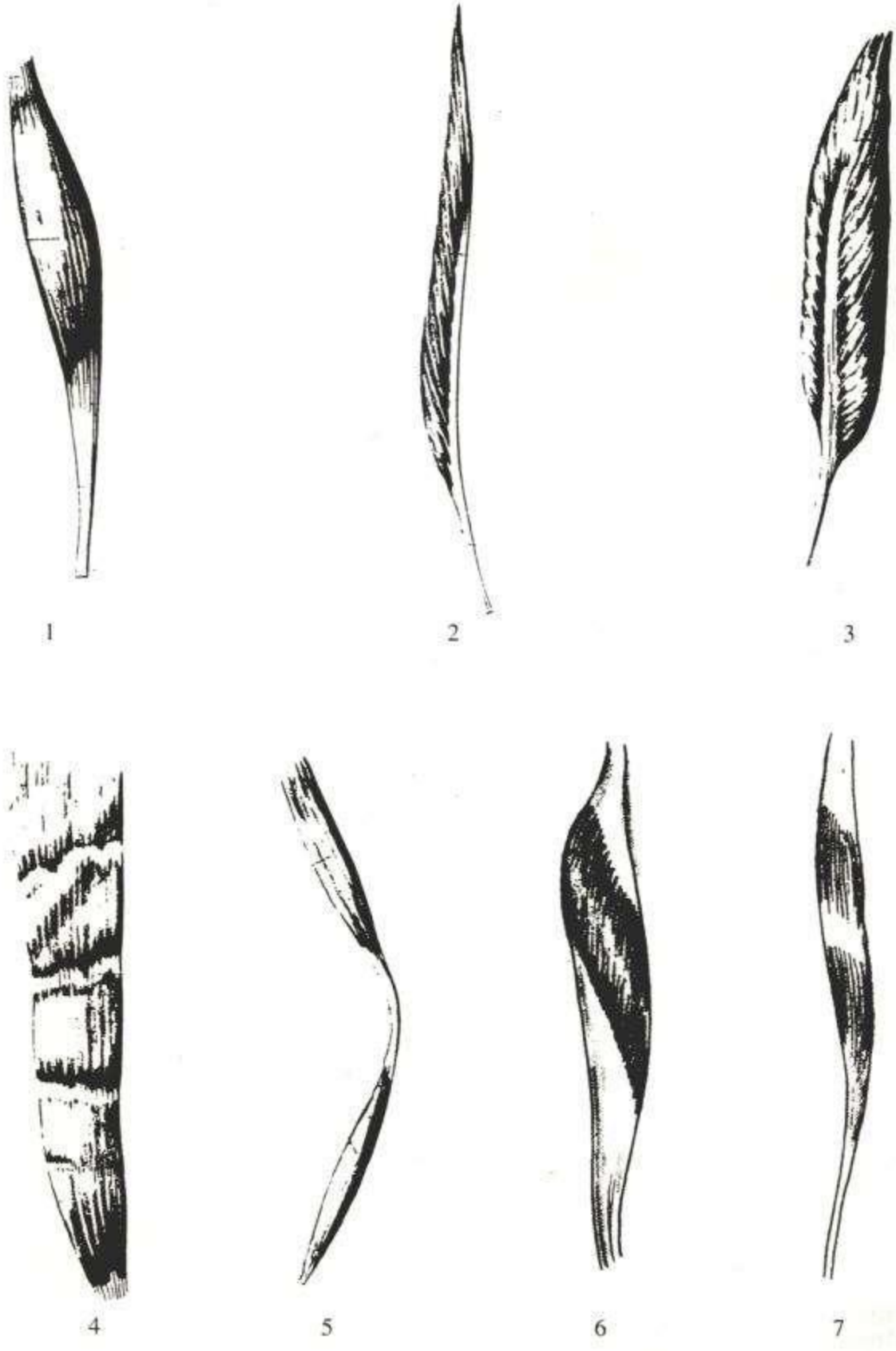
En cuanto a los factores que determinan las propiedades elásticas del tejido muscular y las posibilidades de desarrollarlas, cabe señalar ante todo que los elementos de contracción de los músculos son capaces de aumentar su longitud en un 30-40 e incluso en un 50% respecto a la longitud en estado de reposo, creando así las condiciones idóneas para ejecutar los movimientos con gran amplitud.

La cantidad de sarcómeros, la longitud de las fibras y la longitud del sarcómero se adaptan según la longitud funcional de todo el músculo. Por ejemplo, cuando se inmoviliza un músculo en posición estirada, se adapta a la nueva longitud, produciendo una mayor cantidad de sarcómeros. Los nuevos sarcómeros se unen a las extremidades de los miofilamentos existentes. Por otra parte, cuando se inmoviliza el músculo en posición de contracción, «expulsa» los sarcómeros en series. La importancia fisiológica de este proceso es evidente si tenemos en cuenta que la máxima tensión de contracción y la máxima intensidad de contracción muscular se producen con una longitud de sarcómero en la que se da una máxima interacción de los puentes de miosina con los miofilamentos de actina. Dicho de otro modo, el músculo es capaz de variar la cantidad de sarcómeros para que se produzca una interacción funcional máxima entre los puentes («cross-bridge») de miosina y los miofilamentos de actina.

La movilidad de cada articulación puede deberse a la forma de los músculos, así como a la extensión de la acción del músculo a una o a más articulaciones.

Las particularidades de la situación de las aponeurosis de los tendones en los músculos alados implican su menor capacidad de estiramiento, respecto a los fusiformes que, por regla general, tienen menor superficie de interacción de la masa del músculo con la del tendón (ilustr.44.)

Los músculos de varias articulaciones, en relación a los de una, pueden frenar algunos movimientos en las articulaciones al lado de las cuales pasan más que los de una. Por ejemplo, la amplitud de movimientos de la articulación coxofemoral al elevar el muslo hacia adelante (su flexión) y hacia atrás (extensión) depende de la posición de la pierna en relación al muslo. Si en el primer movimiento se dobla la rodilla, la amplitud será mucho mayor que cuando la pierna está estirada. Ello se debe a que los músculos situados en la parte posterior del muslo y que van desde la pelvis hasta la pierna no impiden la elevación del muslo cuando se flexiona la pierna. Con la pierna estirada, estos músculos frenan el movimiento



Ilustr. 44. Formas de los músculos y de sus tendones. 1. músculo fusiforme, 2. músculo peniforme, 3: músculo bipeniforme, 4: músculo poligástrico, 5: músculo digástrico, 6: músculo multimembranoso, 7: músculo multitendinoso.

porque son más cortos que los de una articulación. Dicha particularidad de los músculos de dos articulaciones recibe el nombre de «insuficiencia pasiva» de la que depende hasta cierto punto el grado de movilidad de cada eslabón de las extremidades. En contraposición, se distingue también la «insuficiencia activa» que es la insuficiencia de fuerza muscular en relación a la que es necesaria para ejecutar uno u otro trabajo.

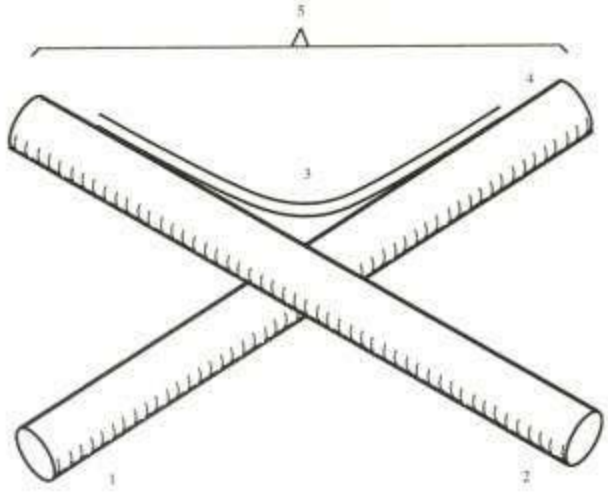
Entre los factores que determinan el nivel de flexibilidad es preciso destacar en primer lugar la capacidad de elasticidad del tejido muscular que depende de las propiedades elásticas del tejido estriado y conjuntivo que constituye más del 30% de la masa muscular.

Cabe destacar que de todos los factores que limitan la movilidad articular, el tejido muscular es el que mejor se somete a la acción del entrenamiento. Con la elasticidad necesaria, no sólo aumenta de forma considerable la longitud del músculo respecto a la del estado de descanso, sino que también bajo la acción del entrenamiento, la capacidad de estiramiento del músculo aumenta considerablemente. Sin embargo, el volumen excesivo de masa muscular, especialmente si se ha formado mediante el entrenamiento en régimen excéntrico, puede limitar bastante la capacidad de estiramiento del tejido muscular y convertirse en un factor que limite la movilidad articular. Al mismo tiempo, con una preparación racional de fuerza y con el volumen de trabajo indispensable para desarrollar la flexibilidad y aumentar la capacidad de relajación, la capacidad de estiramiento del tejido muscular no impide que se manifieste la flexibilidad.

Mucho más grave es la cuestión de la correlación entre la elasticidad y la capacidad de estiramiento del tejido conjuntivo (ligamentos, tendones, fascias, aponeurosis, cápsulas). La capacidad de estiramiento de cada tipo de tejido conjuntivo depende de la correlación y de las particularidades de la interacción de las fibras conjuntivas (de colágeno y elásticas).

Las fibras de colágeno están sobre todo formadas por haces de fibrillas paralelas, relacionadas entre sí por una sustancia cementada. La solidez y la poca capacidad de estiramiento del colágeno se deben a la presencia de relaciones transversales intra e intermoleculares entre las cadenas de moléculas de colágeno, subfibrillas, filamentos y fibras (ilustr.45 y 46).

Las fibras elásticas, por el contrario, tienen capacidad de estiramiento debido a su estructura. Las fibras elásticas son cadenas polipéptidas en forma de espiral, relacionadas entre sí en forma



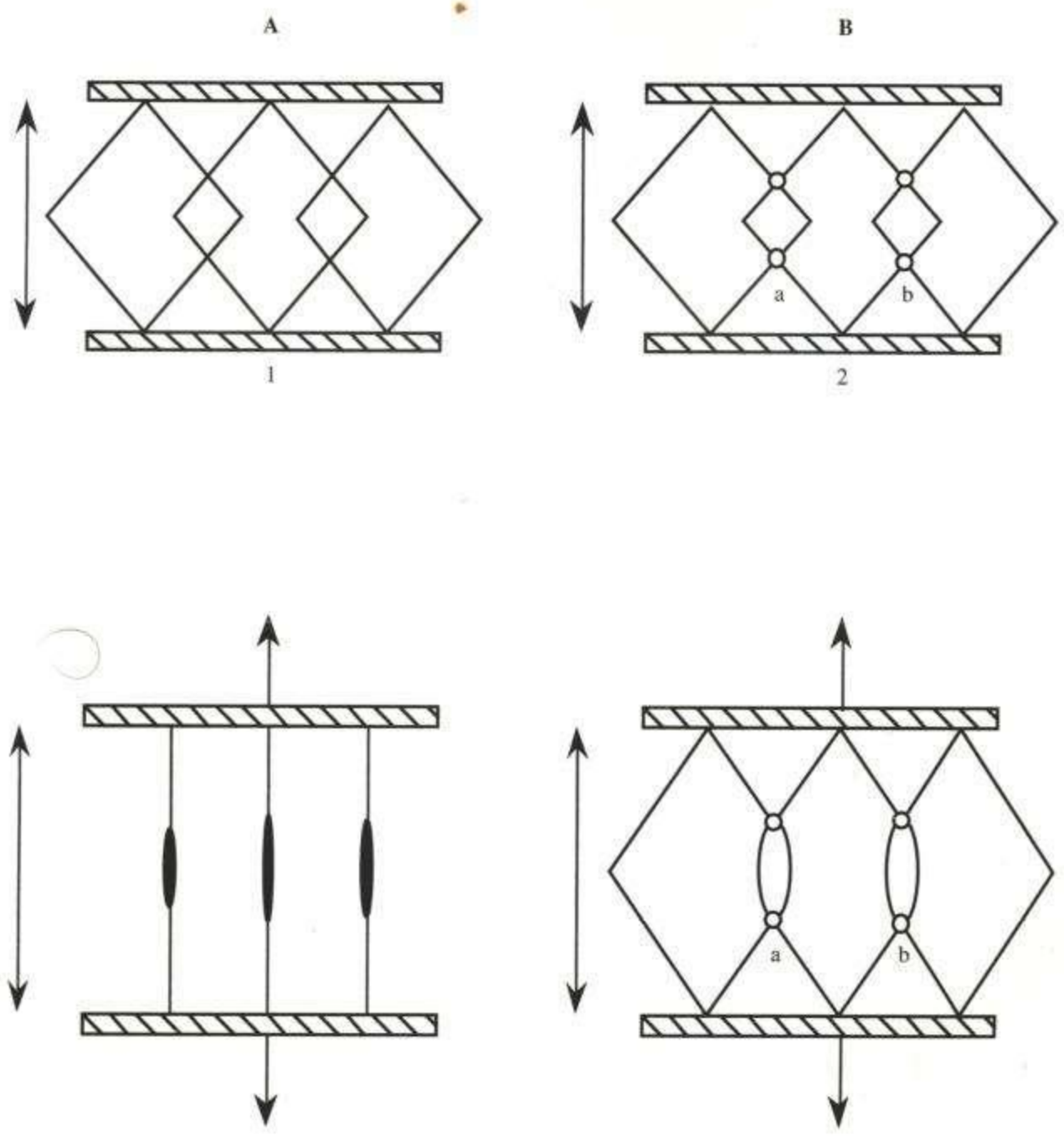
Ilustr.45. *Esquema de la unión intermolecular de las fibras de colágeno. 1-2: fibras de colágeno, 3: fibrillas de colágeno, 4: puentes en forma de cruz que se forman cuando se unen las fibrillas a las fibras de colágeno, 5: zona de movimiento libre de una fibra respecto a la otra (Akeson, Amiel y Woo, 1980).*

covalente. Durante el estiramiento, las relaciones covalentes poco sólidas de desarrollan y las cadenas se alargan, sin limitarse entre sí en el estiramiento.

Es natural que el predominio en la unión del tejido de unas u otras fibras determina en gran parte su capacidad de estiramiento y su sometimiento a la acción del entrenamiento especial. Sin embargo, la capacidad de estiramiento del tejido conjuntivo obedece no sólo al predominio de un tipo de fibras, sino a las particularidades de la interacción de las fibras de colágeno entre sí. Por ejemplo, las fibras de colágeno que componen los tendones forman haces paralelos, mientras en las fascias de los músculos estas fibras están situadas en capas bajo distintos ángulos. Algunos haces pasan de una capa a la otra, formando una dura cadena entre las capas, lo cual se refleja en las diferencias de la capacidad de estiramiento de las estructuras analizadas.

La capacidad de estiramiento de los ligamentos, tendones, fascias, músculos, aponeurosis, cápsulas de las articulaciones se realiza gracias a la situación particular de los componentes y, ante todo, de los haces de fibras del tejido conjuntivo. La disposición de los haces corresponde en cada caso a las condiciones mecánicas en las cuales funciona un órgano determinado.

Las aponeurosis y las fascias de los músculos se diferencian por una menor capacidad de estiramiento. Se trata de un tejido conjuntivo fibroso compuesto por membranas densas de distinto es-



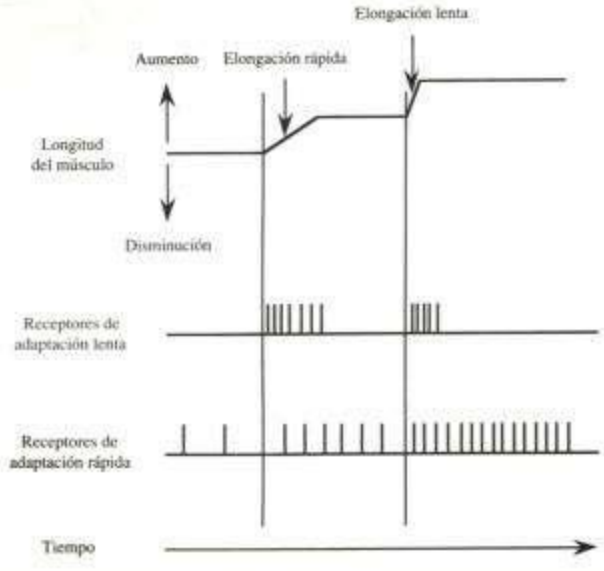
Ilustr.46. *Esquema del cambio de las fibras de colágeno en personas entrenadas (A) y no entrenadas (B) durante el estiramiento. 1: situación natural de las fibras de colágeno, 2: unión cruzada de las fibras de colágeno, 3: reacción normal del estiramiento, 4: estiramiento limitado debido a la unión cruzada de fibras de colágeno, a, b: lugar de la cadena dura que limita el estiramiento de las fibras (Akeson, Amiel y Woo, 1980).*

pesor en las que los haces de fibras de colágeno y los fibroblastos que se hallan entre ellos se sitúan en un orden determinado, formando varias capas. En cada capa concreta, los haces de las fibras de colágeno van en una dirección, paralelamente entre sí. En las distintas capas, la dirección de las fibras es diferente. Algunos haces pasan de una capa a otra, uniéndolas entre sí. La red elástica no es grande. Esta estructura confiere poca capacidad de estiramiento al tejido y una gran resistencia a las roturas. Bajo la influencia de las cargas intensas, la elasticidad de las aponeurosis y de las fascias aumenta de forma considerable; se vuelven mucho más sólidas. En cuanto a la capacidad de estiramiento, no se logra en este caso un efecto importante.

Los tendones tienen una mayor capacidad de estiramiento. Están formados por haces paralelos de fibras de colágeno, entre las cuales se halla una fina red elástica que sólo permite una pequeña capacidad de estiramiento en el tendón. Los tendones están rodeados por un denso envoltorio de tejido conjuntivo que impide el estiramiento a través del cual pasan las terminaciones nerviosas, las cuales envían al sistema nervioso central señales sobre el estado de tensión del tejido del tendón.

Respecto a las aponerurosis, fascias y tendones, las cápsulas de las articulaciones se diferencian por el predominio de fibras elásticas, lo cual supone una gran capacidad de estiramiento y de aumento mediante el entrenamiento. Sin embargo, los ligamentos compuestos por tiras de fibras elásticas paralelas tienen una gran capacidad de estiramiento. Las fibras elásticas gruesas, finas, redondas, densas se suelen ramificar, formando ángulos agudos entre sí y una extensa red.

Bajo la influencia de un entrenamiento racional que aplica movimientos suaves de gran amplitud ejecutados a poca velocidad para perfeccionar la regulación nerviosa de la tensión muscular disminuye el nivel de tensión del tejido muscular estirado. Ello se corrobora por el hecho harto conocido según el cual un rápido estiramiento provoca una reacción activa de respuesta del sistema nervioso al envío de estímulos de defensa ante la contracción. Por el contrario, la disminución de la velocidad de estiramiento de los músculos permite crear un régimen más suave para la regulación de la tensión muscular (Ilustr.47).



Ilustr.47. *Influencia del cambio de velocidad de estiramiento de los músculos en regímenes de regulación de la tensión muscular. (Alter, 1990)*

La superación más allá del límite del umbral individual de estiramiento de los músculos y de los tendones en una etapa concreta del perfeccionamiento del deportista estimula la entrada en acción del llamado complejo de Golgi: reacción de defensa del tendón a un sobreestiramiento, de acuerdo con la cual se produce una tensión de defensa del huso nervioso-tendinoso que impide un ulterior estiramiento de los músculos.

Como podemos ver, ambas reacciones observadas implican que hay que tener en cuenta en el método de entrenamiento tanto la velocidad de movimientos como su amplitud. Para cada etapa del perfeccionamiento del deportista existen características óptimas de los índices mencionados. Si se superan sus límites, se altera la regulación óptima de la tensión muscular.

El análisis de los factores que determinan el nivel de movilidad de las articulaciones sería incompleta si no se examinan las particularidades artrológicas de las articulaciones.

Se suele distinguir los siguientes tipos de articulaciones: multiaxiales (en forma de esfera o planas), biaxiales (en forma de elipse, monoaxiales (cilíndrica) (ilustr.48).

Las particularidades de la estructura de cada tipo de articulación anteriormente mencionado son responsables de su movilidad.

Las articulaciones se clasifican también según el número de huesos que intervienen en su formación y según la forma de combinación entre sí de sus movimientos. Se distinguen por lo tanto las articulaciones: sencillas, complejas, combinadas y complicadas.

Las articulaciones sencillas están formadas sólo por dos huesos (articulación de las falanges); complejas: las formadas por tres o más huesos (articulación radiocarpiana y femorotibial); las articulaciones combinadas comprenden varias articulaciones aisladas, pero que actúan de forma conjunta (radiocubital, articulación de la mandíbula inferior). Las articulaciones complejas tienen cartílagos que dividen la articulación totalmente en dos cámaras (discos) o parcialmente (meniscos).

La amplitud de los movimientos depende sobre todo del grado de correspondencia entre la magnitud y la capacidad de desplazamiento de las superficies articulares: cuanto mayor es la diferencia de la superficie (incongruencia de las articulaciones), tanto mayor será la posibilidad de desplazamiento de los huesos entre sí y mayor será el ángulo de desviación. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la amplitud de movimientos puede verse limitada por la cápsula y por

1

2

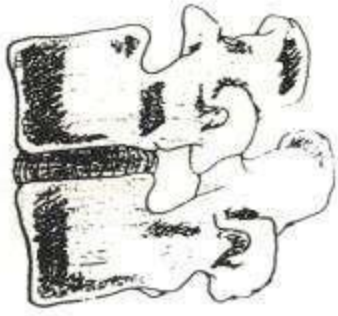
3

4

5

6

7



8

Ilustr.48. *Tipos de articulación.*

formaciones internas y externas a la cápsula, en particular por el aparato ligamentoso.

Los movimientos articulares dependen de la forma de las superficies articulares que se suele comparar con figuras geométricas (articulaciones cilíndricas, elipsoides, esféricas, etc). Como los movimientos de los eslabones articulares se efectúan alrededor de uno, dos o varios ejes, las articulaciones se suelen dividir también en uniaxiales, biaxiales y multiaxiales.

Las articulaciones esféricas y planas son multiaxiales. Una articulación esférica, por regla general, tiene superficies articulares incongruentes. La función de esta articulación es la flexión, la extensión alrededor del eje frontal, la adducción, la abducción alrededor del eje sagital y el movimiento en círculo. La cápsula articular en dichas articulaciones es ancha, con lo cual la amplitud de movimientos es muy importante en este caso. La articulación esférica más típica es la humeral. Una variedad de la articulación esférica es la articulación coxofemoral. Las articulaciones planas (por ejemplo, las articulaciones de la columna vertebral) tienen superficies planas y congruentes que deben ser consideradas como pequeñas porciones de una gran esfera. Dicho tipo de articulación, que abunda en el cuerpo humano, presenta una movilidad limitada que se traduce por un pequeño deslizamiento, a veces dirigido.

Las articulaciones elipsoides, en forma de silla y tendinosas son biaxiales. Una articulación elipsoide (por ejemplo, la radiotarsiana) tiene fosos articulares incongruentes y una cabeza más pequeña que dichos fosos, que por su forma recuerda una elipse. Su función consiste en asegurar los movimientos alrededor del eje sagital (abducción, adducción) y frontal (flexión y extensión). En articulaciones en forma de silla, como por ejemplo la articulación carpiana del dedo pulgar de la mano, las superficies articulares recuerdan la superficie de una silla. Ello permite los movimientos alrededor de dos ejes: frontal (flexión y extensión) y sagital (adducción y abducción). La articulación tendinosa recuerda las articulaciones elipsoides, pero la cabeza de la articulación se inserta en los tendones (rodilla, articulación occipital). Uno de los ejes de esta articulación es siempre frontal; el segundo puede ser vertical (articulación de la rodilla) o sagital (atlas-occipital).

Los tipos de articulaciones determinan su movilidad. La mayor movilidad total se observa en las articulaciones en forma de esfera y poliformes; las articulaciones en forma de silla y de bloque son las menos móviles. Las ciclíndricas y las elipsoides tienen una movilidad media.

El grado de movilidad articular depende de la correspondencia de las superficies articulares (según el tamaño de su superficie). Cuanto mayor es dicha correspondencia, menor será la movilidad articular, y viceversa. Por ejemplo, en la articulación humeral, la superficie articular de la cabeza del húmero es mucho mayor que la superficie de la cavidad articular del hueso, por lo que dicha articulación es una de las más móviles. En las articulaciones de forma plana (por ejemplo, en las articulaciones entre los huesos cuneiformes, hay una total correspondencia de las superficies articulares, lo cual reduce la movilidad.

Las articulaciones con mayor amplitud natural son las que mejor se someten a la adaptación que permite ampliar el grado de movilidad.

Al elegir ejercicios para desarrollar la movilidad articular y las recomendaciones para su utilización, es de vital importancia distinguir los tipos de movimientos iniciales, a partir de los cuales se estructuran los movimientos para desarrollar una cualidad. Se distinguen pues los siguientes tipos de movimientos iniciales (véase ilustr.49):

1. La flexión es un movimiento que casi siempre se acompaña de una disminución del ángulo entre los segmentos limítrofes del cuerpo. Ejemplos de este movimiento son la flexión del antebrazo y de la mano, del muslo y de la pierna.

2. La extensión es un movimiento que devuelve los segmentos del cuerpo de la posición de flexión a la posición anatómica de partida y que provoca un aumento del ángulo entre dichos segmentos. Si se prosigue el movimiento de extensión, se provoca una hiperextensión.

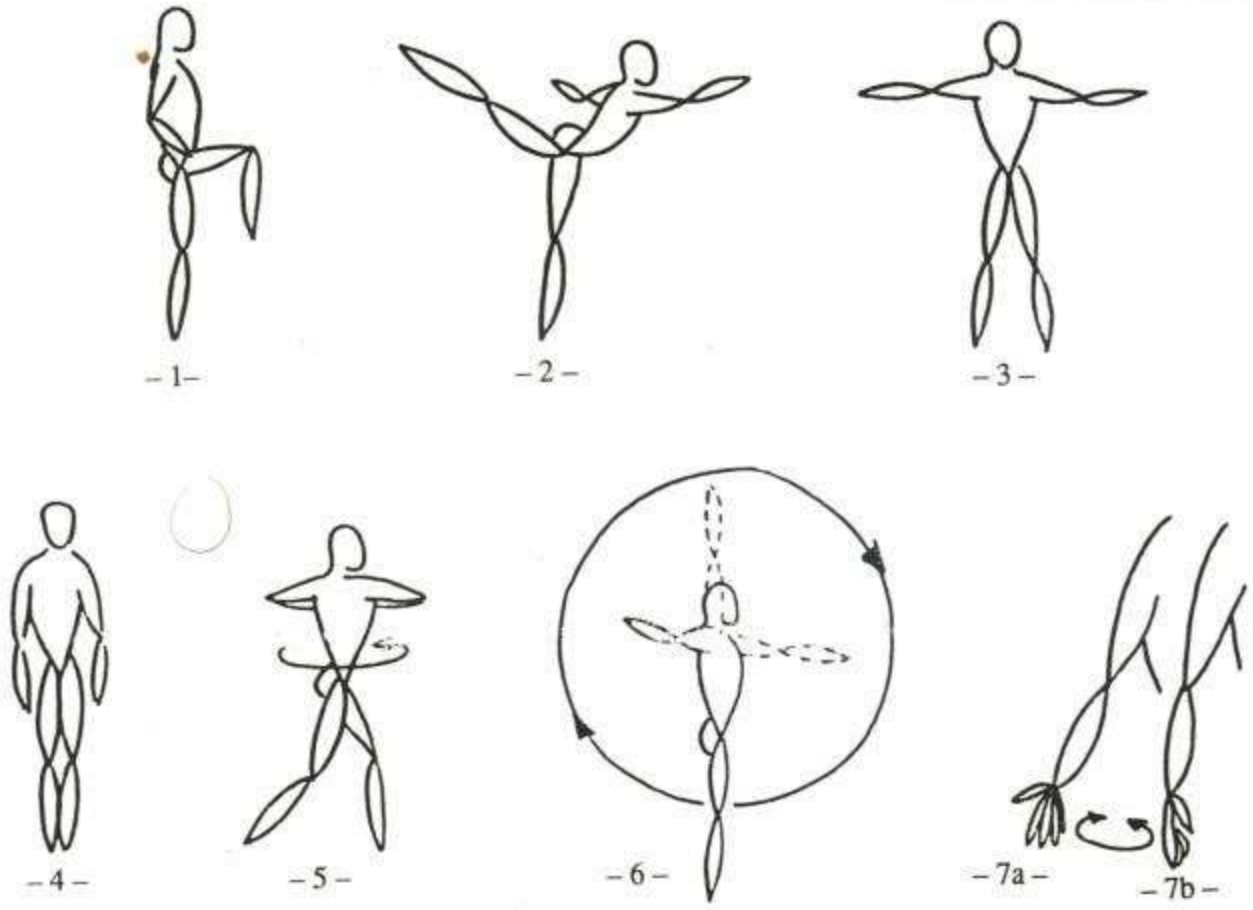
3. La abducción es un movimiento del segmento, lateral y hacia el exterior respecto a la línea media del cuerpo.

4. La adducción es el movimiento contrario a la abducción. Se produce una adducción al aproximar la extremidad respecto a la línea media del cuerpo.

5. La rotación es un movimiento de un segmento del cuerpo alrededor de un eje propio. Como ejemplo, podemos citar las rotaciones de la cabeza y el tronco.

6. La circunducción es un movimiento circular en el que el final del segmento que interviene en el movimiento describe un círculo. Este tipo de movimiento es a menudo una combinación de flexiones, extensiones, adducciones y abducciones. Por ejemplo, la rotación circular del brazo.

7. Movimientos especiales. Algunos tipos de movimientos reciben términos especiales. Así pues, la rotación del antebrazo hacia afuera se denomina supinación. Por el contrario, la pronación es una rotación interna del antebrazo.



Ilustr.49. *Principales tipos de movimientos: 1: flexión, 2: extensión, 3: adducción, 4: abducción, 5: rotación, 6: circunducción, 7a: supinación; 7b: pronación.*

Una planificación racional del trabajo para desarrollar la flexibilidad exige tener en cuenta las transformaciones que se producen con la edad en la movilidad articular y el nivel de desarrollo de los tejidos cutáneo, conjuntivo y muscular, así como las particularidades de su inervación y las particularidades artrológicas en los distintos períodos de la vida del niño.

Con el crecimiento del organismo, se producen cambios importantes en el esqueleto, y el tejido cartilaginoso se convierte en tejido óseo. Por ejemplo, la total osificación de la falange de los dedos finaliza hacia los 9-10 años; la osificación de los omóplatos no finaliza hasta los 20-25 años. Hacia la edad de 7 años, se produce la formación de la curva de la columna vertebral dorsal y cervical; hacia los 12 se forma la curva lumbar. Los huesos ilíacos crecen hacia los 14-16 años. Tan sólo a esta edad alcanzan dichos huesos una solidez que les permite soportar grandes cargas. El crecimiento de los distintos huesos de la pelvis no es uniforme. Ello se manifiesta especialmente en el período de la pubertad. Los huesos de las extremidades de la pelvis crecen muy de prisa (especialmente en las chicas), mientras en los chicos crecen más los de los hombros. El esqueleto de las extremidades superiores e inferiores se forma con ritmos diferentes en los niños y en los adolescentes. Por ejemplo, hacia la edad de 7-8 años, la longitud de las piernas aumenta 3 veces más que la de un recién nacido; y la longitud de los brazos, aumenta solamente 2 veces (Filin y Fomin, 1980).

La estructura muscular se forma paralelamente al crecimiento y a la formación del organismo. Se perfeccionan el aparato de contracción de los músculos, la forma de las terminaciones nerviosas; aumenta la cantidad de miofibrillas y, por consiguiente, disminuye el contenido de sarcoplasma.

Hacia la edad de 7-8 años, las fibras musculares adquieren las propiedades estructurales fundamentales que caracterizan a los adultos. A dicha edad se observa un crecimiento intenso de los tendones en todos los músculos, se ensanchan las aponeurosis y las fascias, aumenta el volumen del

tejido conjuntivo. Se perfecciona el sistema vascular de los músculos, aparecen nuevos capilares, la red vascular se vuelve cada vez más espesa. En las paredes de los vasos aparecen numerosos elementos elásticos. Se observa una gran elasticidad de músculos y ligamentos, así como una gran cantidad de líquido sinovial en las articulaciones.

Hacia la edad de 13-15 años, la fuerza muscular crece y aumentan las propiedades de resistencia de los músculos. Paralelamente a la diferenciación del aparato de contracción de los músculos, prosigue el perfeccionamiento de las formaciones del tejido conjuntivo. La cantidad de fibras elásticas aumenta con la edad. Se hace menos extensible, menos frágil.

Las transformaciones morfológicas y funcionales del organismo que acabamos de enumerar influyen en la movilidad articular y determinan los límites de edad óptimos para desarrollar la flexibilidad. A la edad de 12-14 años, el trabajo de desarrollo de la flexibilidad es dos veces más eficaz que el que se puede efectuar a los 18-20 años. Ello debe sin duda alguna tenerse en cuenta cuando se eligen los medios y el volumen de trabajo para desarrollar la flexibilidad de preparación a los deportistas de distinta edad.

El nivel de flexibilidad depende del sexo del deportista, de las particularidades del medio externo y de todo tipo de factores suplementarios. Por ejemplo, el nivel de flexibilidad de las mujeres es mucho mayor que el de los hombres, especialmente en las articulaciones coxofemorales. Varía durante el día: se observan menores índices de flexibilidad por la mañana; aumentan para alcanzar los valores máximos durante el día y disminuir de nuevo por la noche. Un calentamiento especial, distintos tipos de masaje, procedimientos térmicos como la sauna, los baños de agua caliente, fricciones, etc. aumentan sustancialmente la flexibilidad. Las largas pausas entre cada ejercicio y la fatiga progresiva disminuyen el nivel de flexibilidad, ante todo de flexibilidad activa. Cuando se planifica el trabajo para desarrollar la flexibilidad de los deportistas, todos estos factores deben ser tomados en consideración.

MÉTODO PARA DESARROLLAR LA FLEXIBILIDAD

Los ejercicios de preparación general que se aplican para desarrollar la flexibilidad son movimientos basados en la flexión, extensión, giros, etc. Estos ejercicios pretenden aumentar la movilidad en todas las articulaciones y se realizan independientemente de la modalidad deportiva. Se eligen los ejercicios auxiliares según el papel que desempeña la movilidad de una articulación para perfeccionarse en un deporte determinado, teniendo en cuenta sus movimientos característicos que exigen una máxima movilidad. Los ejercicios de preparación especial se estructuran según las exigencias planteadas a las principales acciones motoras de la actividad competitiva. Para aumentar la movilidad en cada articulación, se suele utilizar un conjunto de ejercicios análogos que actúan de forma polifacética en las articulaciones y en los músculos que limitan el nivel de flexibilidad.

Los ejercicios para aumentar la flexibilidad pueden presentar carácter activo, pasivo y mixto. Los ejercicios pasivos consisten en vencer una resistencia de los músculos y ligamentos estirados con la tracción del cuerpo y cada una de sus partes, con medios auxiliares (mancuernas, cinta elástica, poleas, etc.), o con la ayuda de un compañero. Los ejercicios activos pueden realizarse con y sin sobrecarga y presuponen mantener estáticamente el movimiento, o movimientos con rebote o lanzamiento.

Los medios que se aplican para desarrollar la flexibilidad se dividen también en ejercicios que diferencian entre flexibilidad pasiva y activa. Distintos movimientos pasivos contribuyen a desarrollar la flexibilidad pasiva. Se ejecutan con la ayuda de un compañero y con distintas sobrecargas. Son ejercicios de lanzamiento, rebotes y flexiones. La aplicación de sobrecargas (mancuernas, balones medicinales, halteras, amortizadores, distintas máquinas de fuerza, etc.), aumenta la eficacia de los ejercicios al incrementar la amplitud de los movimientos utilizando la inercia.

El trabajo de la flexibilidad puede dividirse en dos etapas: (a) etapa de aumento de la movilidad articular, y (b) etapa de mantenimiento de la movilidad articular al nivel previamente adquirido. El desarrollo de la flexibilidad se realiza sobre todo en la primera etapa del período de preparación del entrenamiento. En la segunda etapa de preparación y durante el período competitivo, se mantiene la movilidad articular al nivel adquirido y se desarrolla en las articulaciones donde es más importante para los resultados de la competición.

Los ejercicios destinados a desarrollar la flexibilidad pueden formar parte de sesiones de entrenamiento especiales. Sin embargo, se suelen planificar en sesiones complejas donde, además del trabajo de flexibilidad, se realiza la preparación

de fuerza de los deportistas. Los ejercicios para aumentar la flexibilidad se hacen durante el calentamiento previo. Al planificar el trabajo para desarrollar la flexibilidad, es importante tener en cuenta que la flexibilidad activa se desarrolla 1,5-2 veces más lentamente que la pasiva. También se necesitan diferentes tiempos para desarrollar la movilidad de distintas articulaciones. Aumenta antes la movilidad en las articulaciones del hombro, del codo y de la muñeca, y de forma más lenta en la articulación coxofemoral y en la columna vertebral (Sermieiev, 1970).

Se puede variar el tiempo en función de la estructura de la articulación y del tejido muscular, de la edad del deportista y, ante todo, de la estructura del entrenamiento. Examinaremos por consiguiente las posiciones fundamentales del entrenamiento para desarrollar la flexibilidad.

Durante la etapa en la que se aumenta la movilidad de las articulaciones, el trabajo debe realizarse a diario. En la etapa de mantenimiento de la movilidad articular al nivel previamente adquirido, las sesiones pueden ser menos frecuentes: 3-4 sesiones semanales y el volumen de trabajo puede reducirse. Sin embargo, no hay que excluir el trabajo de desarrollo o de mantenimiento en ninguna de las etapas anuales de entrenamiento.

Cuando se interrumpe el entrenamiento, la flexibilidad vuelve rápidamente al nivel de partida o a un nivel casi próximo. Sesiones semanales, o de dos veces por semana no permiten mantener la flexibilidad.

El tiempo que se dedica diariamente a desarrollar la flexibilidad puede variar entre 20-30 y 45-60 min. Este trabajo puede distribuirse de varios modos a lo largo del día: 20-30% del volumen global suele efectuarse en el entrenamiento de la mañana, mientras que los demás ejercicios se planifican en los programas de las sesiones de entrenamiento.

Una alternancia racional de los ejercicios de flexibilidad con ejercicios de otra finalidad es de vital importancia, sobre todo si se trata de ejercicios de fuerza. Se utilizan en la práctica distintas combinaciones. Sin embargo, no todas son eficaces. Por ejemplo, una de las combinaciones consiste en alternar los ejercicios de fuerza con los ejercicios correspondientes para desarrollar la flexibilidad. Ello permite aumentar la eficacia del entrenamiento de fuerza, pero resulta inútil para el trabajo de la flexibilidad porque provoca una importante disminución de la amplitud de movimientos entre las repeticiones. Por otra parte, los ejercicios de flexibilidad pueden alternarse con ejercicios que precisan velocidad, agilidad y con otros de relajación. Sin embargo, la mayoría de las veces, los ejercicios de flexibilidad se hacen en una parte independiente de la sesión de entrenamiento, después de un calentamiento intenso con ejercicios de gran amplitud. Esta estructura de las sesiones de entrenamiento permite manifestar al máximo la movilidad articular y es la más eficaz.

No menos importante es el orden de ejecución de los ejercicios para desarrollar la movilidad en las distintas articulaciones. Tras finalizar los ejercicios para desarrollar la movilidad en una articulación, es preciso pasar a los ejercicios para la articulación siguiente. No importa demasiado por que articulación se empieza, aunque se suelen hacer ejercicios que hagan intervenir en el trabajo grandes grupos musculares.

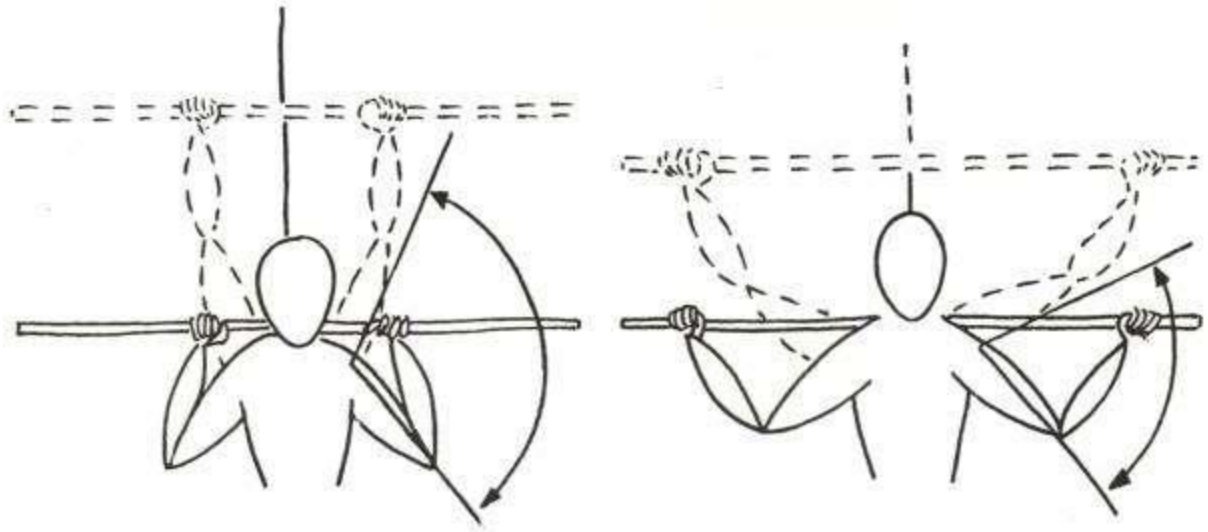
La correlación del trabajo para desarrollar la flexibilidad activa y pasiva varía dentro del ciclo anual. En las primeras etapas del año, predominan los medios para desarrollar la flexibilidad pasiva, lo cual crea una base para el consiguiente trabajo para desarrollar la flexibilidad activa. Posteriormente, el volumen de ejercicios para desarrollar la flexibilidad activa aumenta.

Un masaje previo de los grupos musculares correspondientes puede favorecer la movilidad articular.

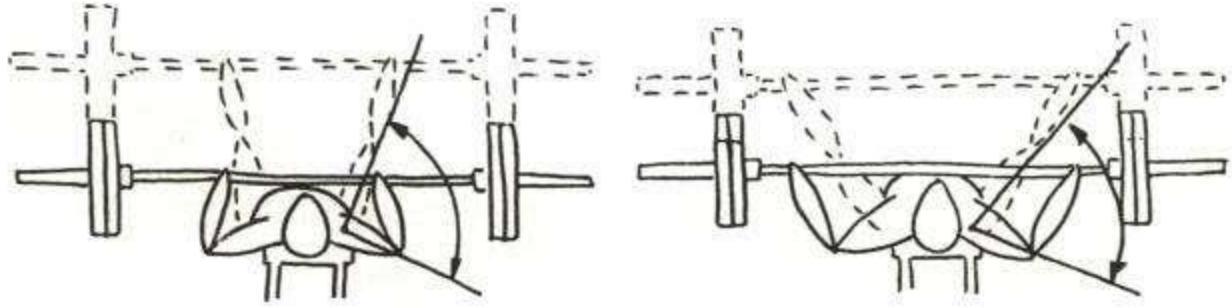
Los índices más altos de flexibilidad se manifiestan entre las 10 y las 18 horas. Sin embargo, ello no significa que no deban hacerse ejercicios para desarrollar la flexibilidad fuera de dichas horas. Con un calentamiento adecuado, el trabajo de flexibilidad puede planificarse a cualquier hora del día.

Uno de los graves problemas de la metodología de la preparación física de los deportistas de alto nivel es alternar el trabajo de flexibilidad con el de fuerza. Es importante no sólo lograr un alto nivel de fuerza y flexibilidad, sino también conseguir que dichas cualidades mantengan la apropiada relación entre sí. Si no se observan estas exigencias, una de dichas cualidades con un nivel de desarrollo inferior no permite a la otra cualidad manifestarse plenamente. Por ejemplo, un retraso en el desarrollo de la movilidad articular no permite al deportista ejecutar los movimientos con la rapidez y la fuerza necesarias.

Por ello, el método de desarrollo de la flexibilidad presupone no sólo una proporción con las capacidades de fuerza del deportista, sino también esfuerzos para su desarrollo conjunto. En la práctica, ello obliga a elegir durante el proceso del entrenamiento ejercicios de fuerza auxiliares y de preparación especial que crean las condiciones



Ilustr.50. *Capacidad de movilidad en la articulación escapulohumeral durante las flexiones en la barra fija según la anchura de la presa.*



Ilustr.51. *Movilidad en la articulación escapulohumeral durante un press de banca según la anchura de la presa.*

necesarias para desarrollar o mantener el nivel ya adquirido de flexibilidad (ilustr. 50 y 51).

Ello puede ser realizado con una pequeña corrección de los ejercicios aplicados habitualmente o mediante máquinas de musculación (ilustr.52).

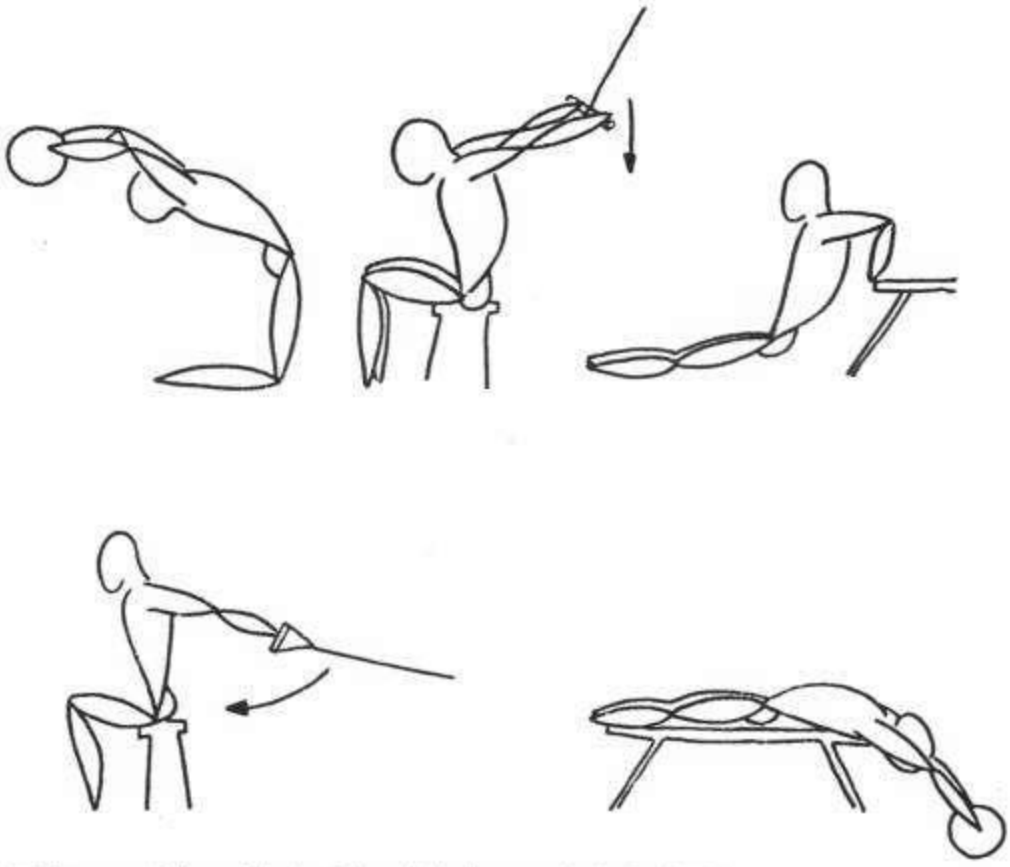
Nos detendremos ahora brevemente en las exigencias que se plantean a los principales componentes de la carga que deben ser tenidos en cuenta al planificar el trabajo para desarrollar la movilidad articular.

Carácter y alternancia de los ejercicios. Los movimientos más eficaces para la flexibilidad pasiva son los de amplitud progresiva y los de trabajo muscular excéntrico. La magnitud de la acción externa se elige individualmente para cada deportista y se tienen en cuenta las particularidades de las articulaciones y grupos musculares. Los ejercicios balísticos resultan menos eficaces ya que la extensión depende de la inercia de las extremidades que ejecutan los movimientos y del ritmo rápido indispensable. Los movimientos rápidos estimulan el reflejo miotático, que limita la extensión, lo cual provoca el endurecimiento de los grupos musculares estirados.

Para desarrollar la flexibilidad activa, además de los ejercicios de estiramiento ejecutados mediante esfuerzos físicos, son eficaces los ejercicios de fuerza de carácter estático y dinámico. Es preciso aplicar asimismo ejercicios dinámicos lentos manteniendo las posiciones estáticas en el punto final de la amplitud que resultan mucho más eficaces.

Sin embargo, únicamente con los ejercicios que exigen manifestar flexibilidad activa no se logra un estiramiento eficaz de los músculos, incluso cuando el nivel de máxima fuerza de los músculos que actúan en la articulación es muy alto. Por ello, en el trabajo para desarrollar la flexibilidad, es indispensable prestar especial atención a la flexibilidad pasiva y a los ejercicios dinámicos con trabajo de carácter excéntrico y con el máximo estiramiento de los músculos en activo.

Una buena relajación del tejido muscular es indispensable para poder ejecutar bien los ejerci-



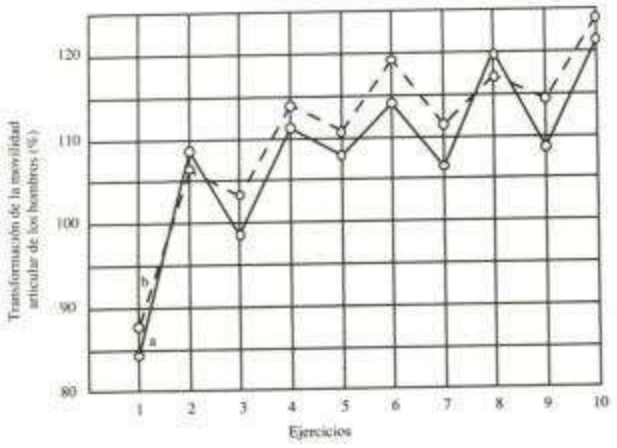
Ilustr.52. *Ejercicios para el desarrollo simultáneo de la fuerza y de la flexibilidad.*

cios que desarrollan la flexibilidad y puede ser estimulada mediante una tensión previa muscular. Si el estiramiento es rápido, aparece un reflejo de defensa natural: desde las terminaciones nerviosas sensibles situadas en el tejido muscular y en los tendones se dirigen impulsos que estimulan la tensión muscular, su acción contraria al estiramiento necesario. La contracción previa muscular provoca una reacción de respuesta: una información que estimula la relajación involuntaria de los músculos sale de las terminaciones nerviosas. Ello mejora las condiciones para el consiguiente estiramiento de los músculos, lo cual presupone la eficacia de la técnica metodológica en la que se basa la alternancia de la tensión previa muscular con el consiguiente estiramiento muscular. En el trabajo práctico, esta técnica se realiza de la manera siguiente: después de un buen calentamiento, se hace una tensión muscular voluntaria de 5-6 seg, a continuación un estiramiento gradual manteniendo (5-6 seg) la tensión extrema. Cada ejercicio puede hacerse 2-6 veces.

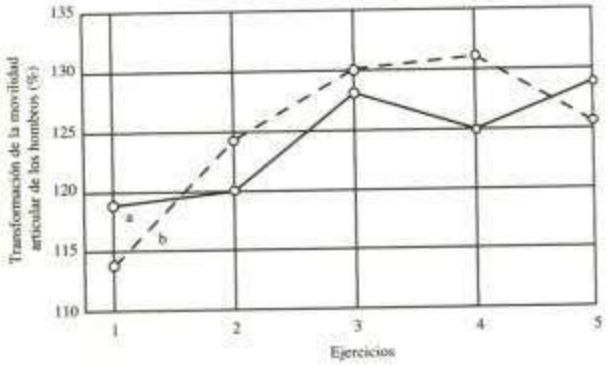
La alternancia de los ejercicios para desarrollar la fuerza y aumentar la movilidad articular (ilustr.53) ayuda a conseguir una gran amplitud de movimientos durante la ejecución de la mayoría de ejercicios. Ello influye positivamente en la eficacia de los programas de entrenamiento tanto para desarrollar la fuerza máxima y la fuerza-resistencia, como para aumentar la movilidad articular. La ejecución de ejercicios en dicha alternancia provoca una variación muy escalonada de la movilidad articular. Cada ejercicio de fuerza, independientemente de su finalidad, hace disminuir la movilidad respecto a los resultados de la anterior medición. Cada ejercicio para aumentar la movilidad articular implica un sustancial aumento de la flexibilidad.

La combinación en un ejercicio de trabajo para desarrollar la fuerza y de trabajo para la movilidad articular (ilustr.54) permite aumentar la movilidad respecto a los datos de partida.

Por otra parte, se crean las premisas necesarias no sólo para desarrollar la flexibilidad, sino también para manifestar las cualidades de fuerza mediante un estiramiento previo que se traduce por un aumento de la potencia de los esfuerzos. Además, mejora la estructura de la coordinación en las fases fundamentales y suplementarias de las acciones motoras; se perfeccionan los mecanismos de la desconexión muscular, lo cual es de vital importancia para aumentar la fuerza. Duran-



Ilustr.53. *Transformación de la movilidad en la articulación escapulohumeral bajo la acción de ejercicios alternos destinados a desarrollar la fuerza muscular y a aumentar la movilidad articular. a: fuerza máxima; b: fuerza-resistencia.*



Ilustr.54. *Transformación de la movilidad en la articulación escapulohumeral bajo la acción de ejercicios que permiten demostrar simultáneamente la fuerza muscular y aumentar la movilidad en las articulaciones: a: fuerza máxima; b: fuerza-resistencia y flexibilidad.*

te la ejecución de ejercicios para mejorar simultáneamente la fuerza y la flexibilidad, resulta altamente eficaz mantener durante 3-5 seg el estiramiento de los músculos durante la fase máxima.

Duración de los ejercicios (cantidad de repeticiones). Es preciso saber que existe una determinada relación entre el nivel de flexibilidad y la duración del trabajo durante la ejecución de ejercicios. Al principio del trabajo, el deportista no puede lograr la amplitud total, suele alcanzar el 80-95% de la máxima posible y depende de la eficacia del calentamiento previo y del nivel de relajación muscular. Poco a poco, la flexibilidad aumenta y logra un máximo 10-20 seg aproximadamente con una estiramiento y al cabo de 15-25 con varias repeticiones de ejercicios cortos. Las máximas magnitudes de flexibilidad pueden mantenerse durante 15-30 seg y luego, conforme va desarrollándose la fatiga y la tensión de los músculos estirados, la flexibilidad empieza a disminuir. Las oscilaciones se deben a las particularidades individuales de los deportistas y a las de la articulación. La cantidad de movimientos indispensables para lograr la amplitud máxima y la cantidad con los que la amplitud se mantiene al máximo nivel no son iguales.

La duración de los ejercicios depende asimismo de la edad y sexo del deportista. La cantidad de repeticiones para los jóvenes (12-14 años) deportistas de élite puede ser 1,5-2 veces inferior que para los deportistas adultos. Para lograr el mismo efecto de entrenamiento, la duración del trabajo en las mujeres debe ser inferior en un 10-15% que para los hombres. Según el carácter de los ejercicios y el ritmo de los movimientos, la duración puede oscilar entre 20 seg hasta 2-3 min y más. Los ejercicios estáticos activos suelen ser breves. Los movimientos de flexión y extensión pasivos pueden ejecutarse durante largo tiempo.

Articulaciones	Cantidad de movimientos en las articulaciones por etapa	
	desarrollo de la movilidad	mantenimiento de la movilidad
Vertebrales	90-100	40-50
Coxofemoral	60-70	30-40
Humeral	50-60	30-40
Radiocarpiana	30-35	20-25
Rodilla	20-25	20-25
Tibioperoneotarsiana	20-25	10-15

Cuadro 16. *Dosificación de los ejercicios en las distintas etapas del desarrollo de la movilidad articular (B.V. Sermieev, 1970).*

El cuadro 16 representa la máxima cantidad de repeticiones recomendada para desarrollar la movilidad en las distintas articulaciones en cada sesión de entrenamiento. Esta cantidad se logra ejecutando varias series. Cada serie suele estar formada por 10-12 movimientos activos. Si se ejecutan ejercicios estáticos, la duración del trabajo en cada serie se planifica entre 6-12 seg; los ejercicios de lanzamientos entre 10-15 seg, los ejercicios pasivos entre 10-20 seg.

Ritmo de los movimientos. Para desarrollar la flexibilidad en las articulaciones es deseable un ritmo de movimientos poco elevado. En este caso, los músculos se someten a un gran estiramiento, aumenta la duración de la acción en las articulaciones correspondientes. Un ritmo lento es también una garantía para evitar lesiones en músculos y ligamentos.

Magnitud de las sobrecargas. Cuando se utilizan sobrecargas suplementarias para manifestar la máxima movilidad articular, es preciso que la magnitud de las sobrecargas no supere el 50% del nivel de las posibilidades de fuerza de los músculos elongados, aunque los deportistas de alto nivel bien entrenados pueden aplicar grandes sobrecargas. La magnitud de la sobrecarga depende en gran parte del carácter de los ejercicios: cuando se ejecutan movimientos lentos con el estiramiento necesario, las sobrecargas son bastante importantes, mientras que con los movimientos de lanzamiento las sobrecargas de una masa de 1-3 kg son suficientes.

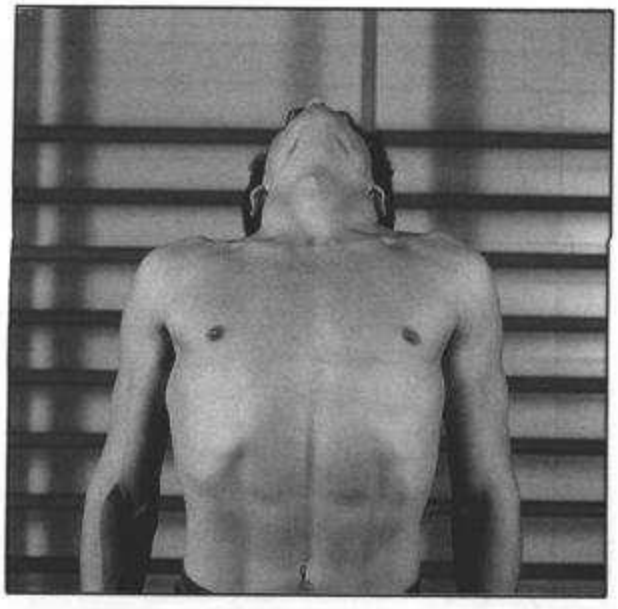
Los intervalos de descanso entre cada ejercicio deben permitir ejecutarlos en condiciones de capacidad de trabajo restablecida por parte del deportista. Es muy natural que la duración de las pausas oscile entre amplios límites (habitualmente, desde 10-15 seg hasta 2-3 min) y que dependa del carácter de los ejercicios, de su duración, y, por fin, del volumen de los músculos que intervienen en el trabajo.

EJERCICIOS PARA DESARROLLAR LA FLEXIBILIDAD

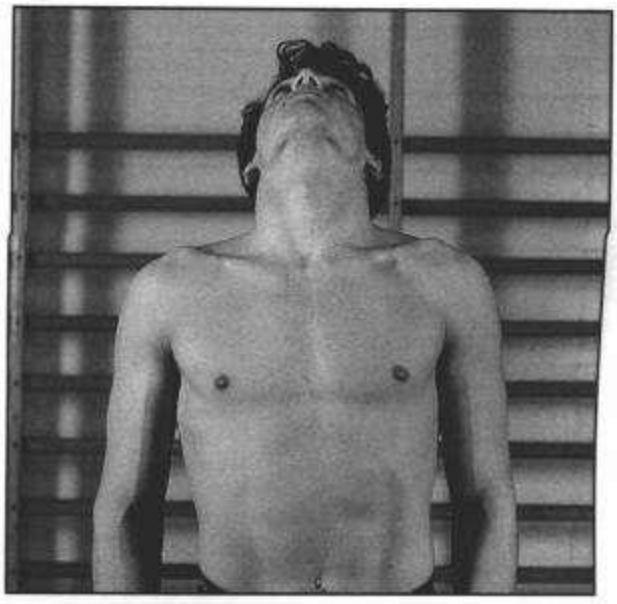
En este capítulo presentamos los ejercicios más eficaces para desarrollar la movilidad de las distintas articulaciones. Los ejercicios se dividen en dos grandes grupos. El primer grupo abarca los ejercicios de preparación general para desarrollar las vértebras cervicales, dorsales y lumbares, la cintura escapular y las extremidades inferiores. En el segundo figuran ejercicios de preparación especial utilizados en distintas modalidades deportivas para desarrollar la movilidad de las articulaciones.

Primer grupo: Ejercicios de preparación general

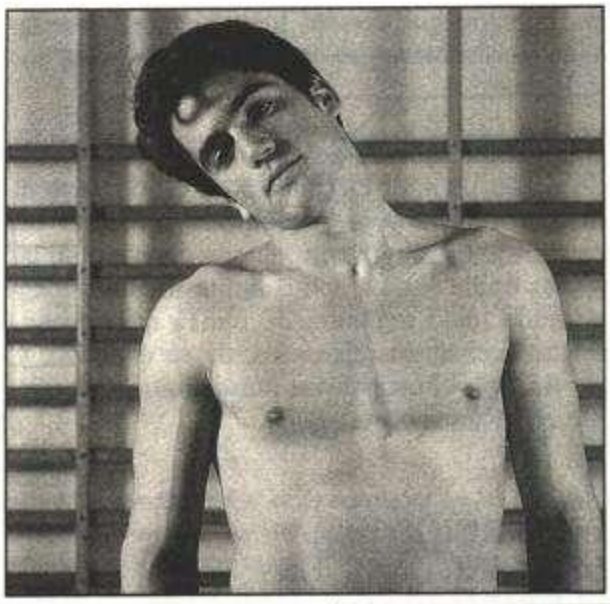
- Ejercicios para desarrollar la movilidad de las vértebras cervicales (1-5).



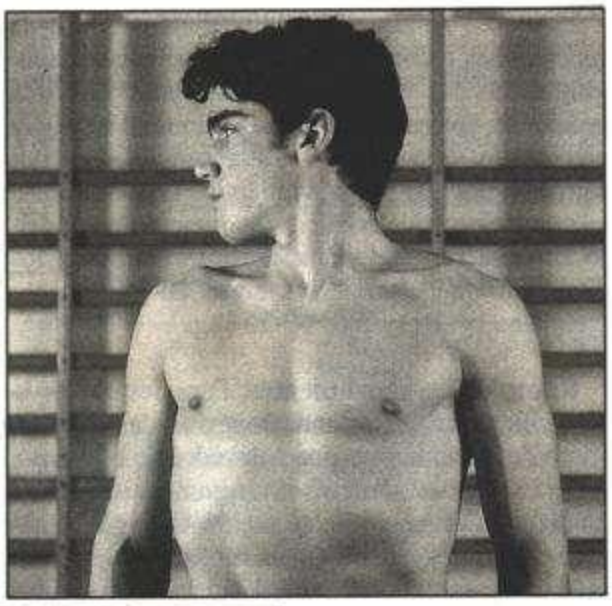
1



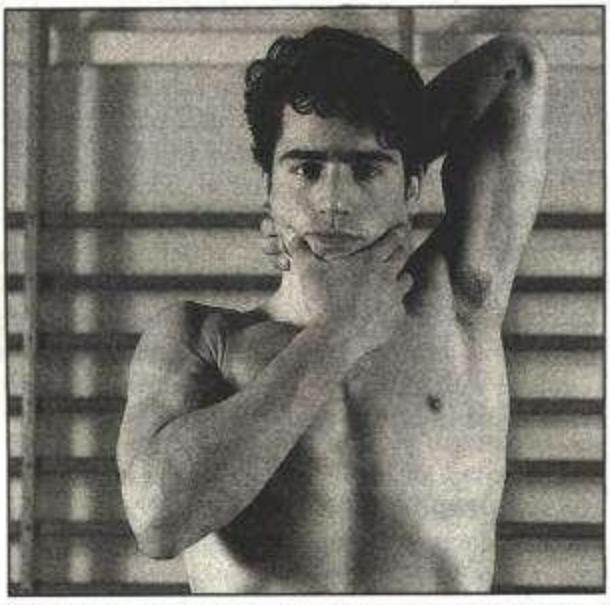
2



3



4

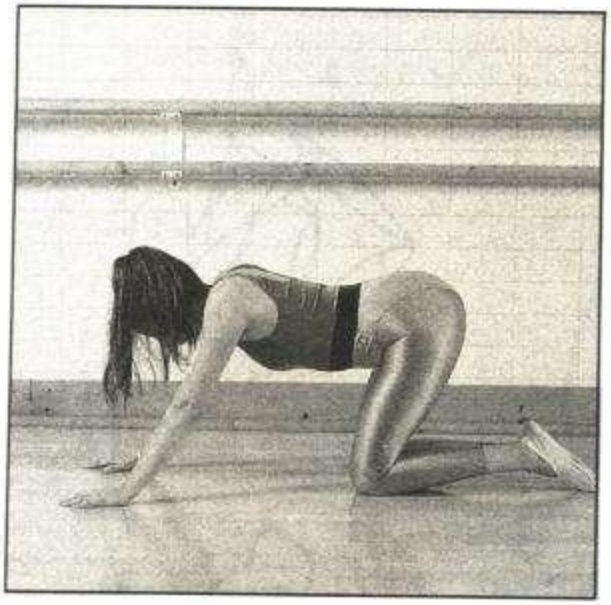


5

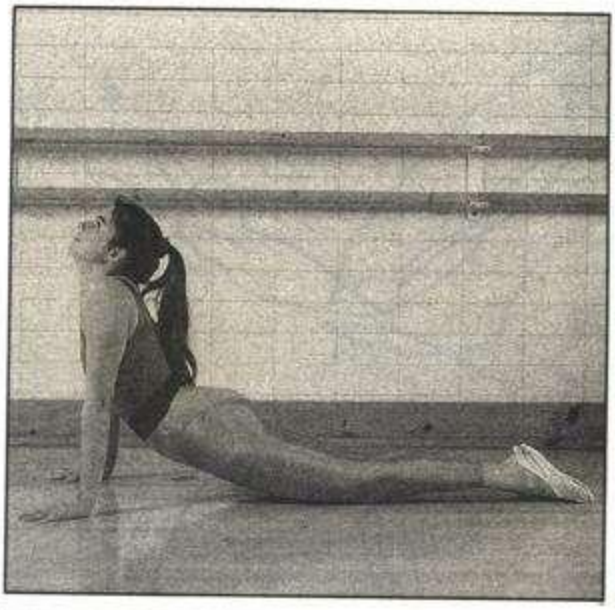
- Ejercicios para desarrollar la movilidad de las zonas dorsal y lumbar de la columna (6-34).

6

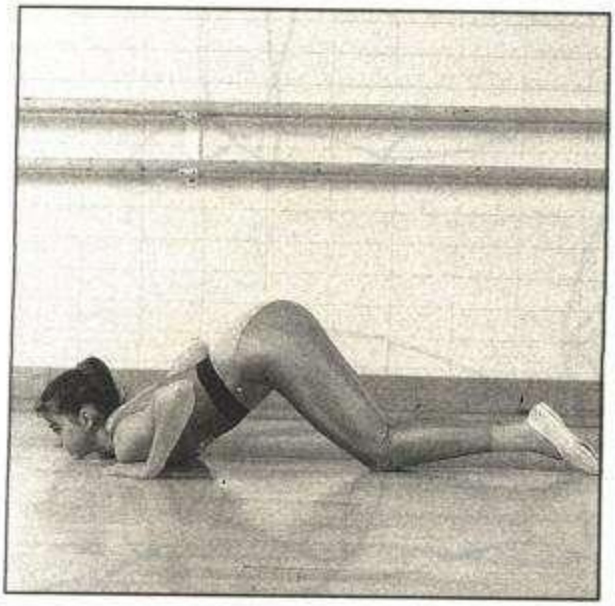
7



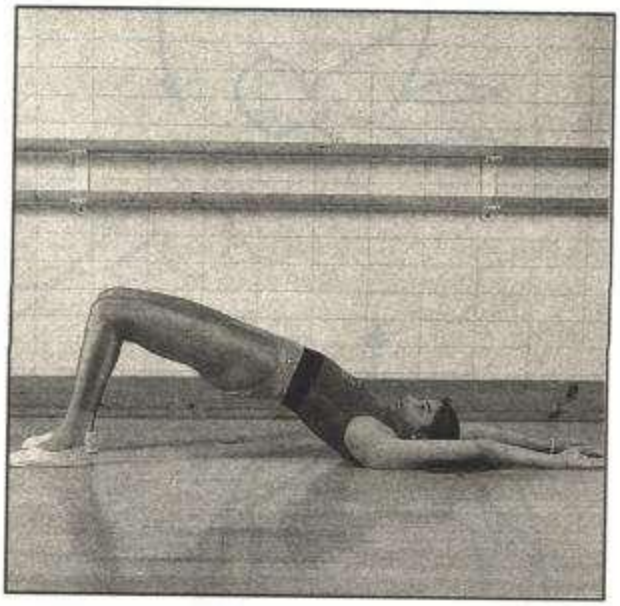
8



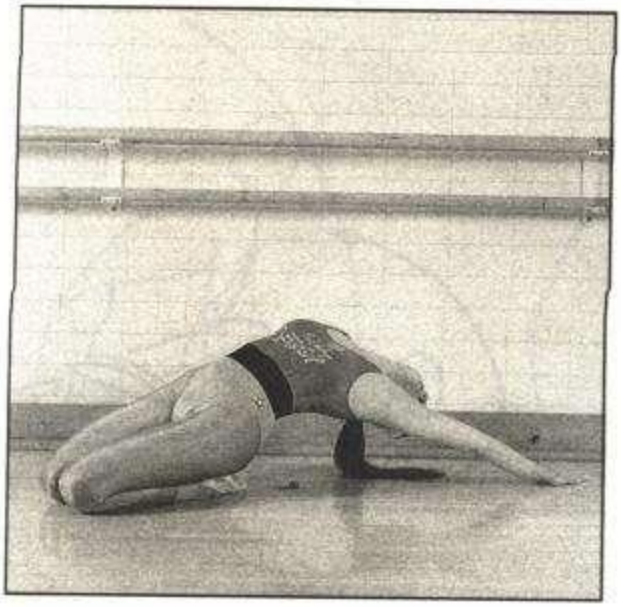
9



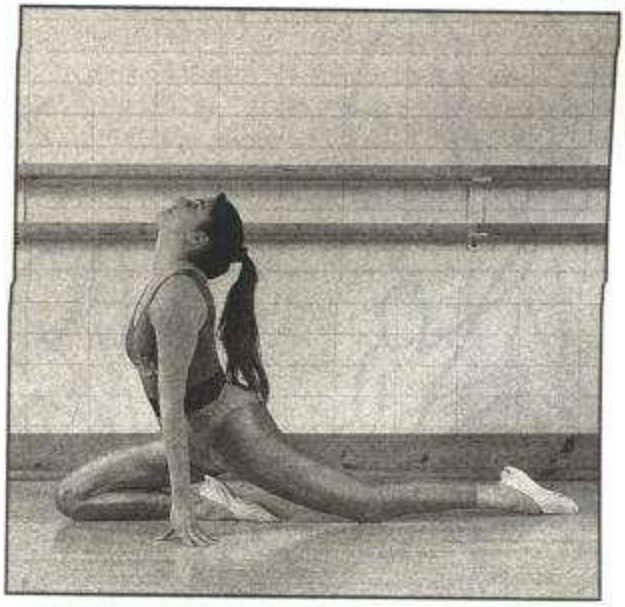
10



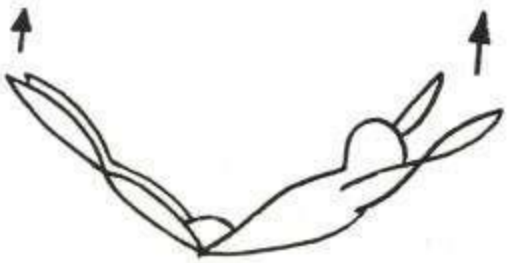
11



12



13

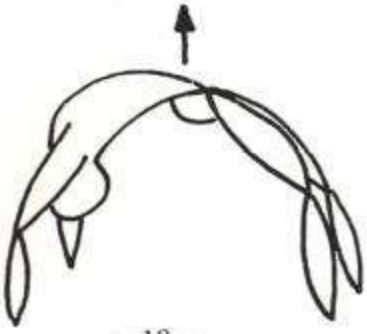


– 14 –

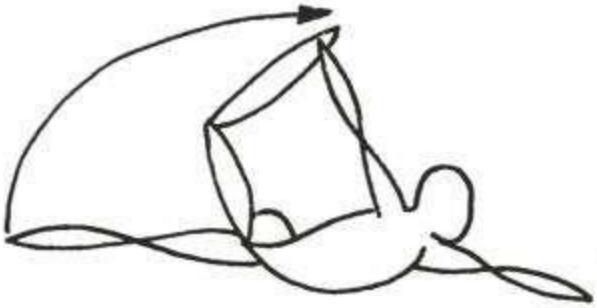
– 15 –

– 16 –

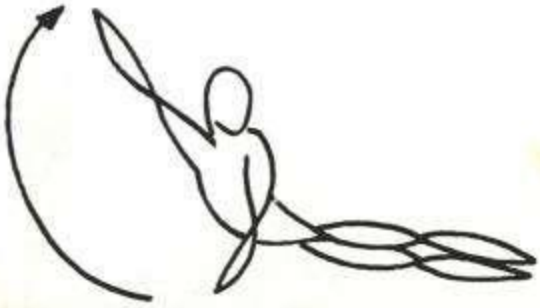
– 17 –



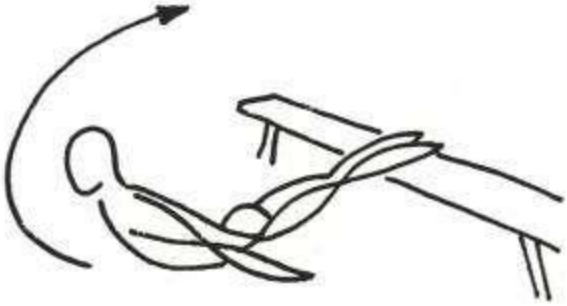
– 18 –



– 19 –



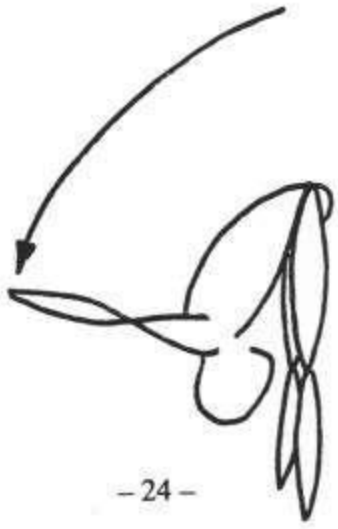
– 20 –



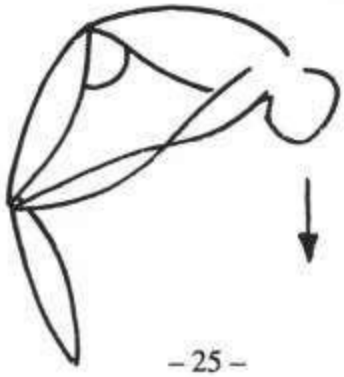
– 21 –

– 22 –

– 23 –



– 24 –

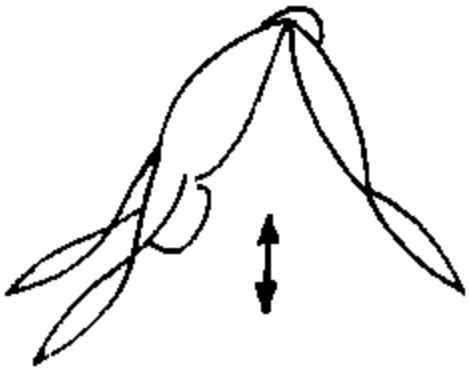


– 25 –

– 26 –

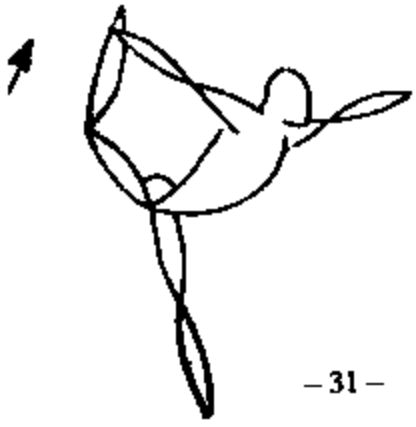
– 27 –

– 28 –

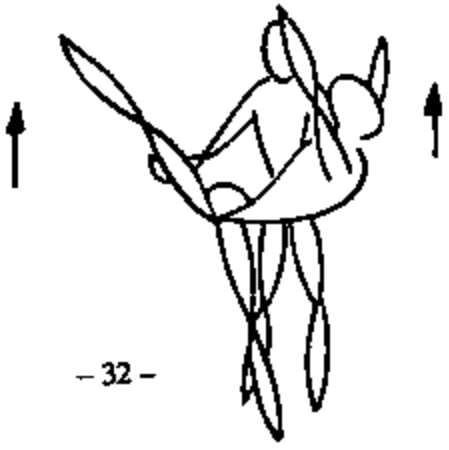


– 29 –

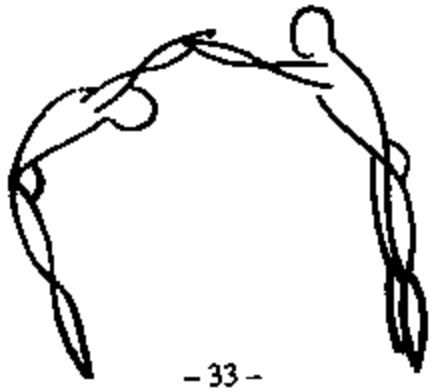
– 30 –



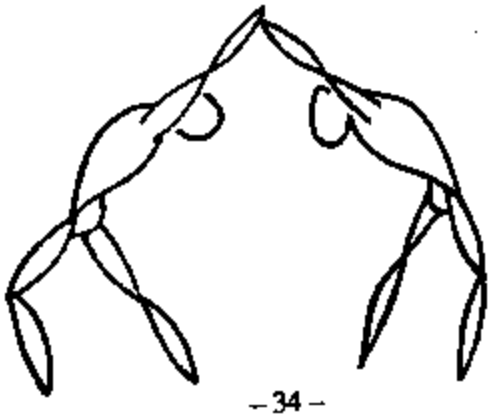
– 31 –



– 32 –



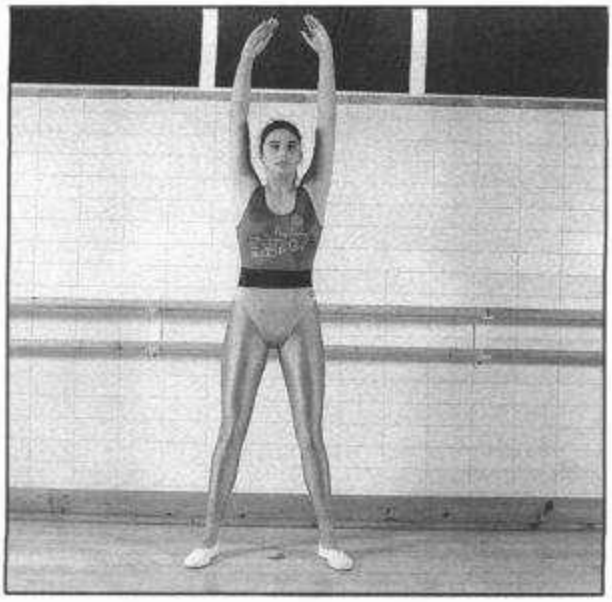
– 33 –



– 34 –

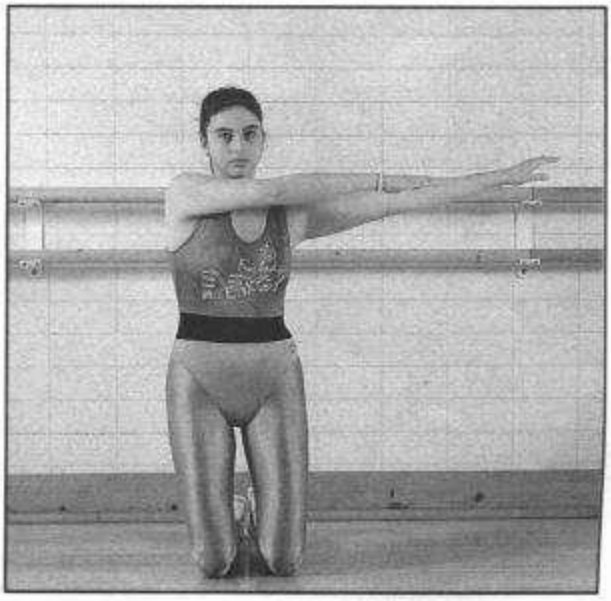
- Ejercicios para desarrollar la movilidad de la cintura escapular (35-69).

35



36

37



38

39

40

41

42

43

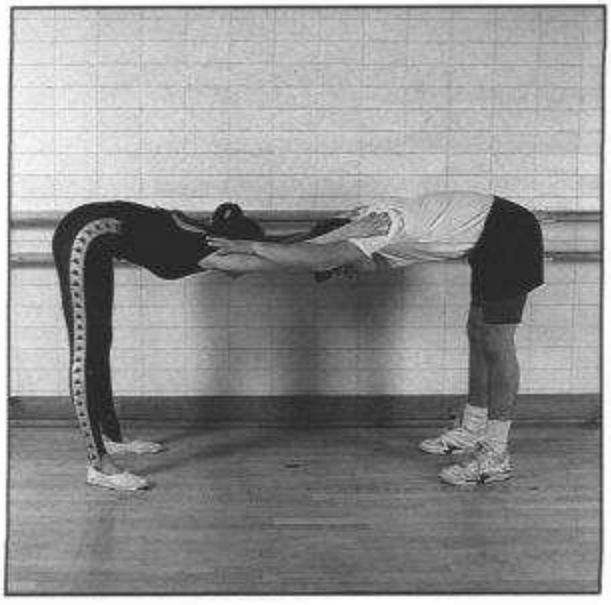
44

45

46

47

48

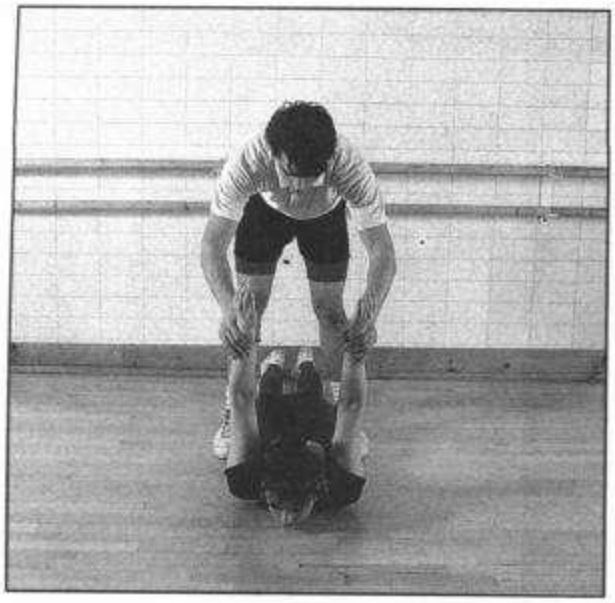


49

50

51

52

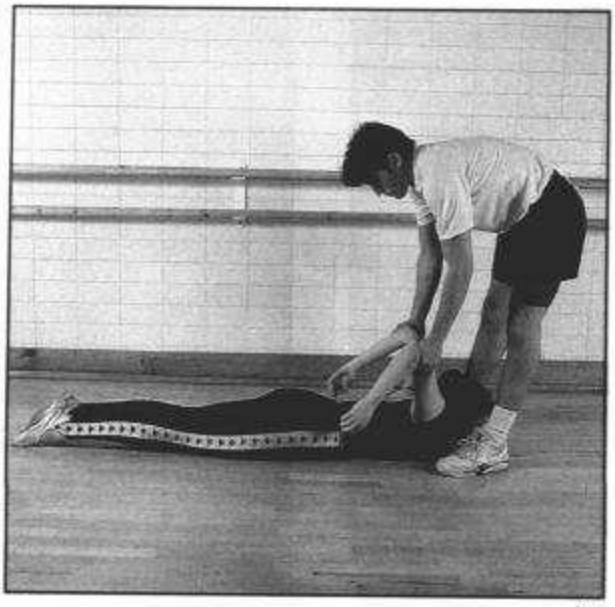


53

54

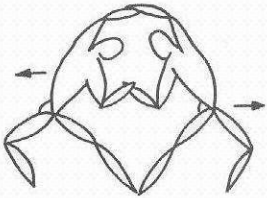
55

56



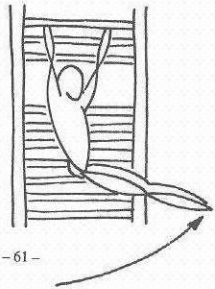
57

– 58 –



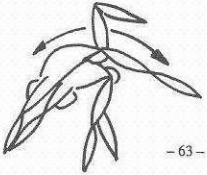
– 59 –

– 60 –



– 61 –

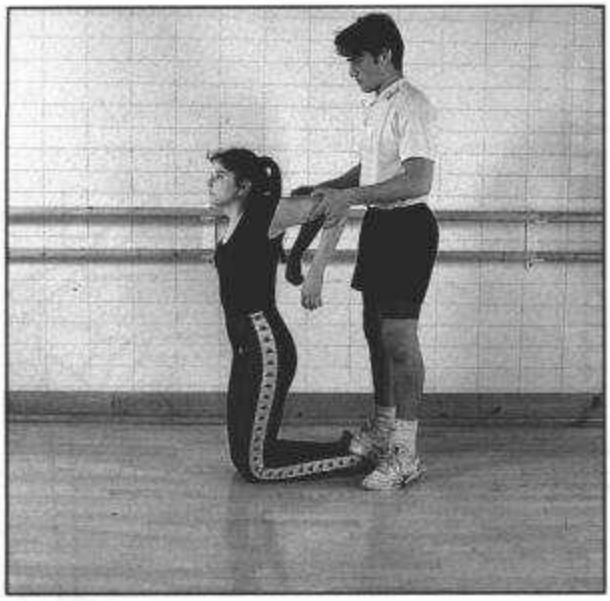
– 62 –



– 63 –

64

65



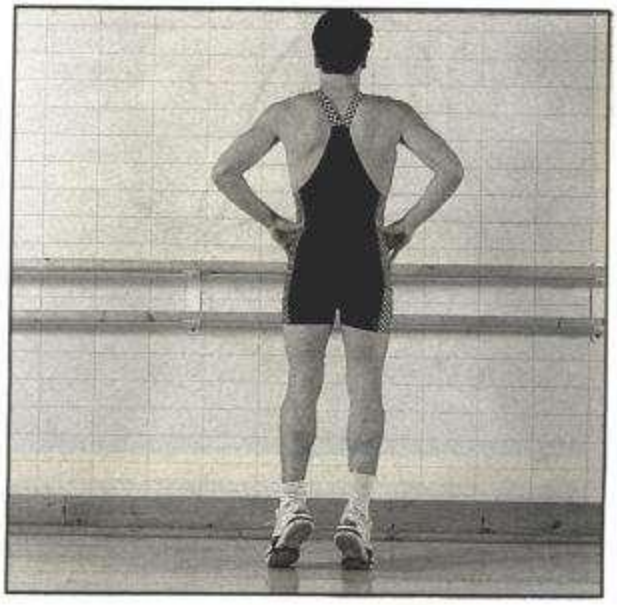
66

67

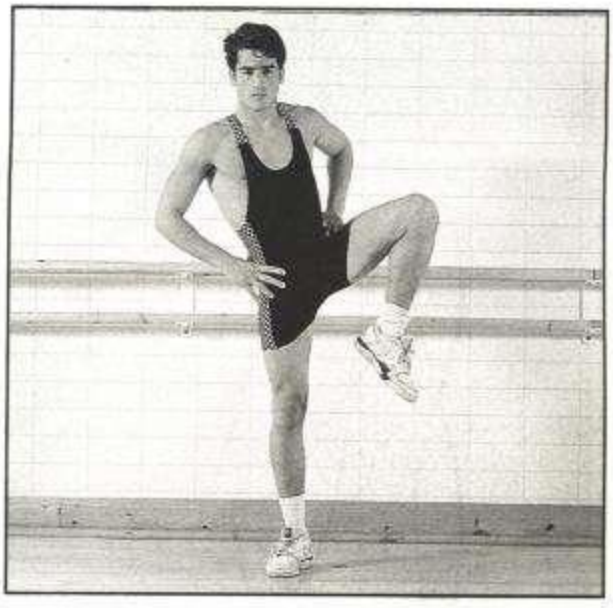
68

69

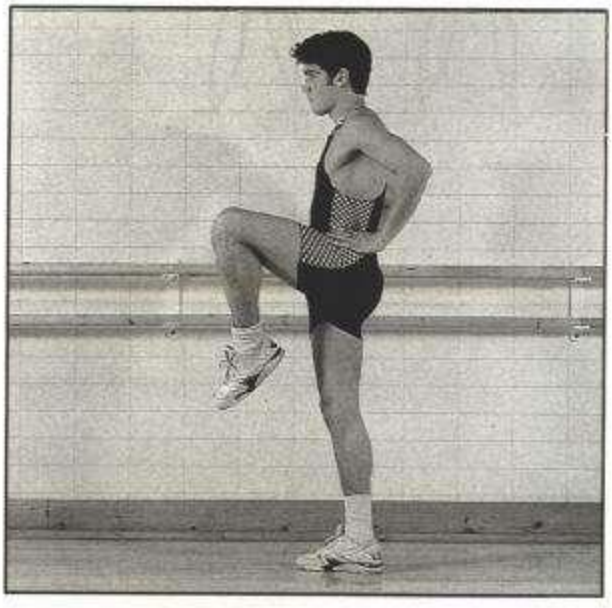
- Ejercicios para desarrollar la movilidad de las articulaciones de las extremidades inferiores (70-129).



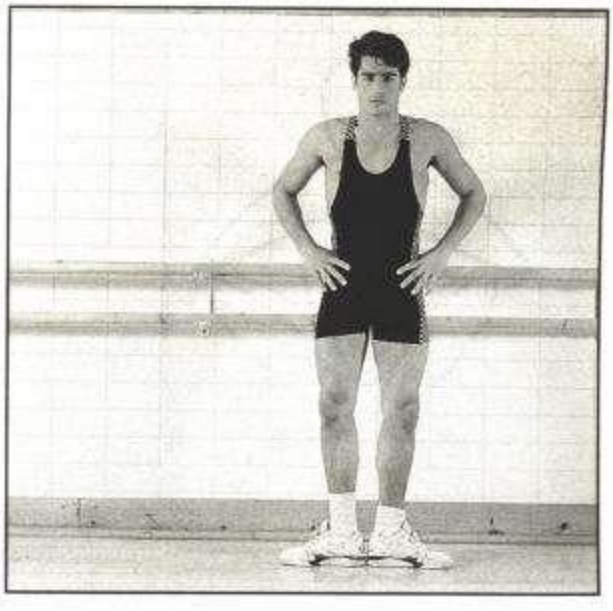
70



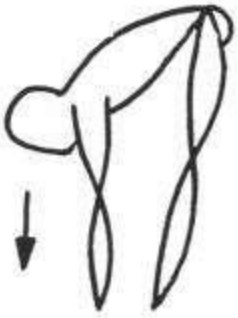
71



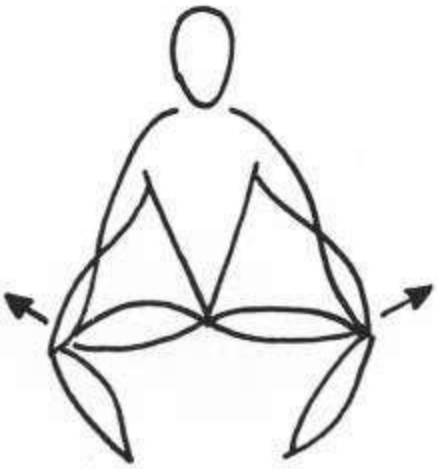
72



73

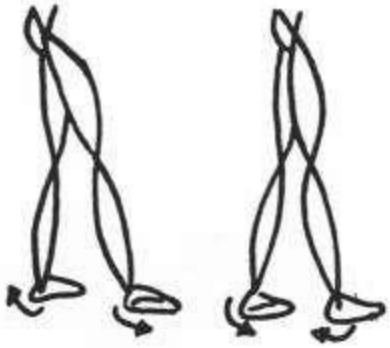


– 74 –

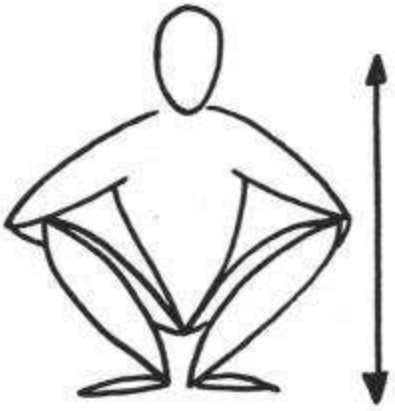


– 75 –

– 76 –

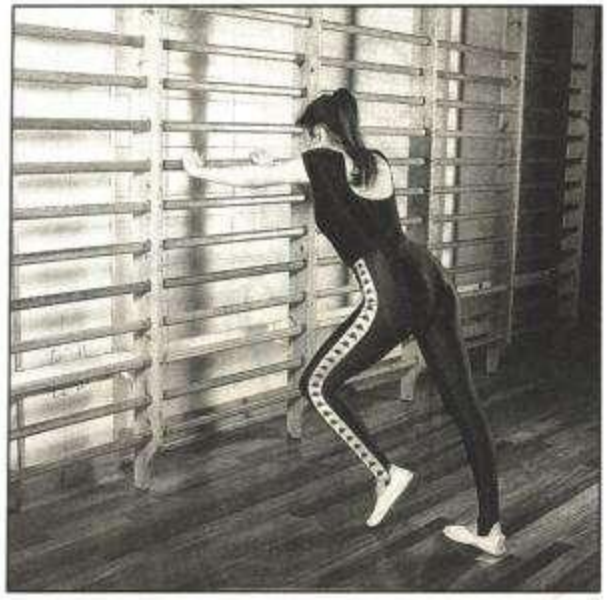


– 77 –



– 78 –

79



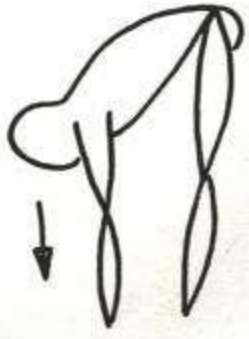
80

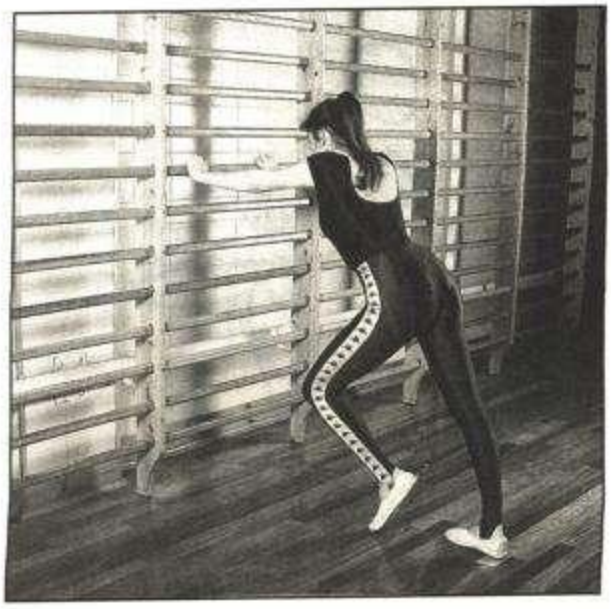
81

82

83

84

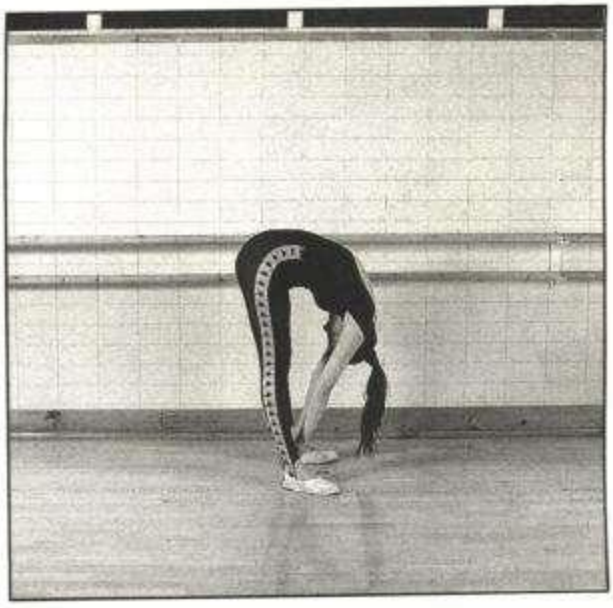




80

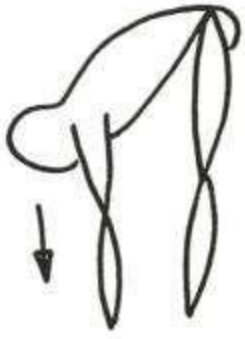
81

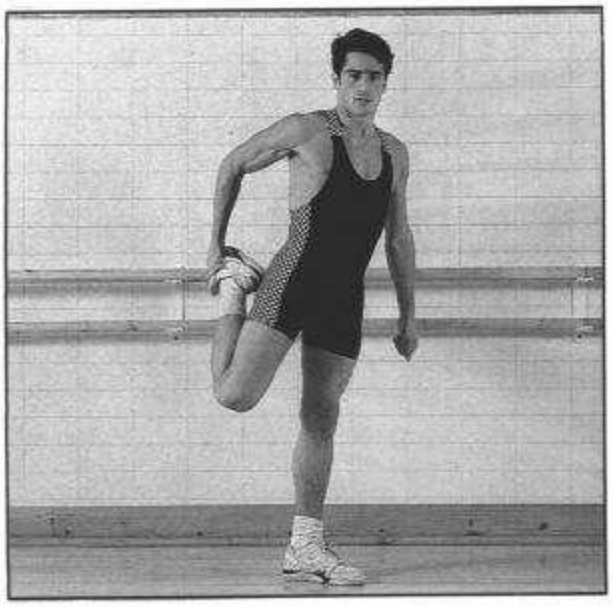
82



83

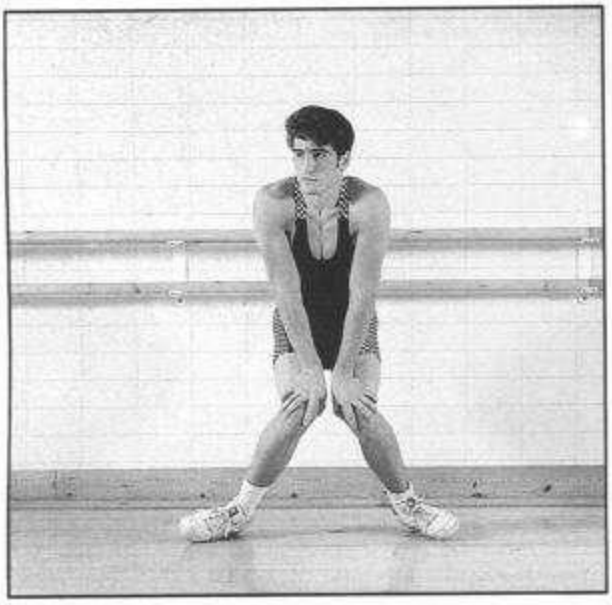
84





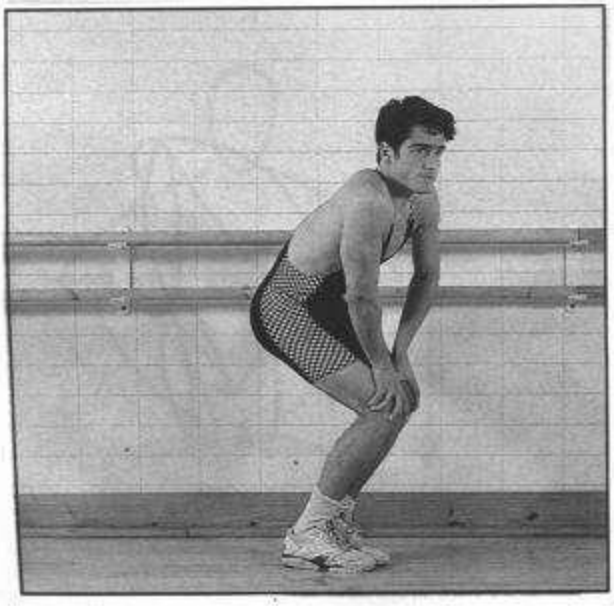
86

– 87 –



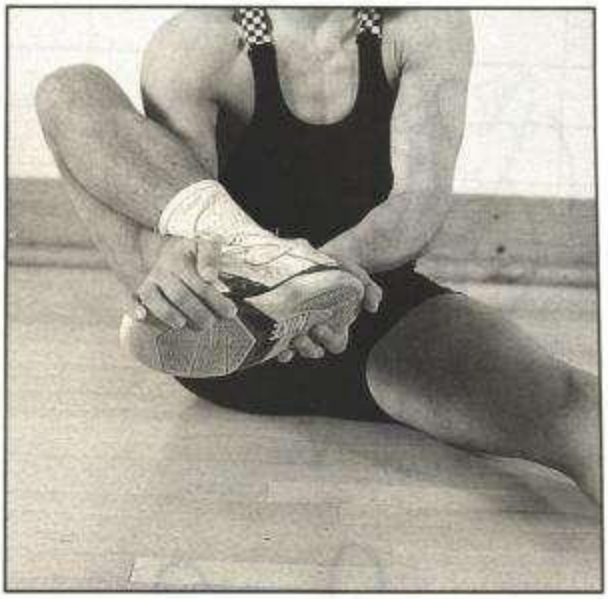
88

– 89 –



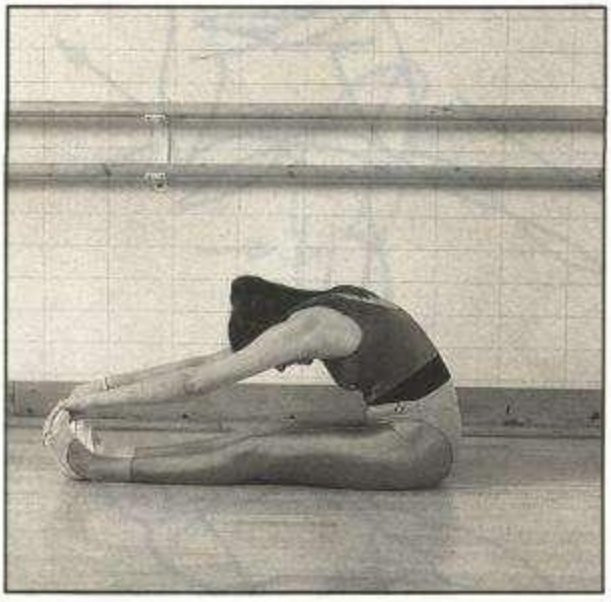
90

– 91 –



93

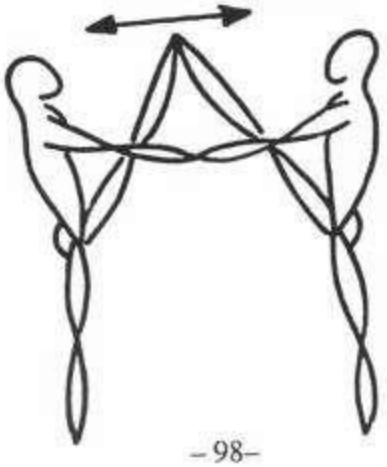
94



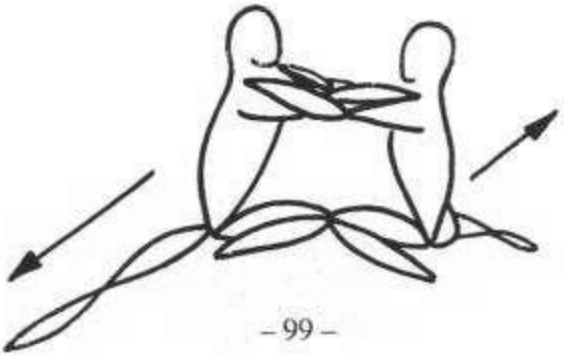
95

96

– 97 –

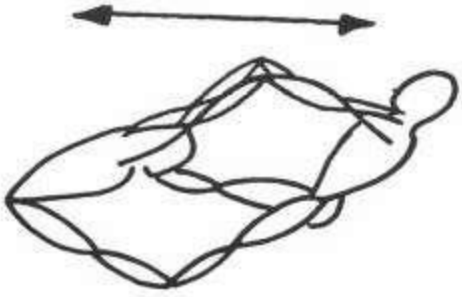


– 98–

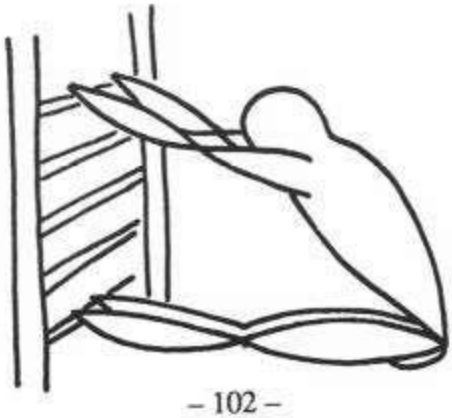


– 99 –

– 100 –



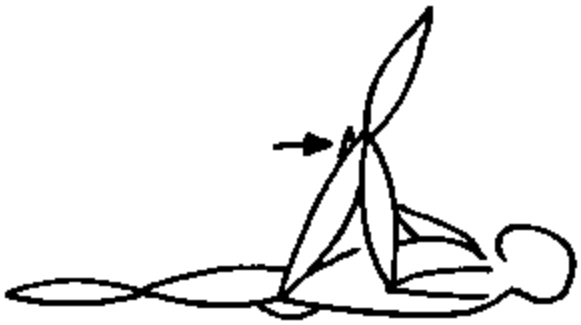
– 101–



– 102 –

– 103 –

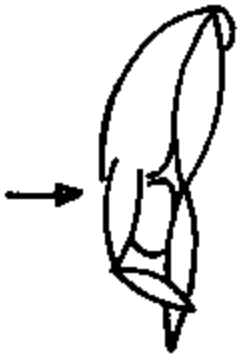
– 104 –



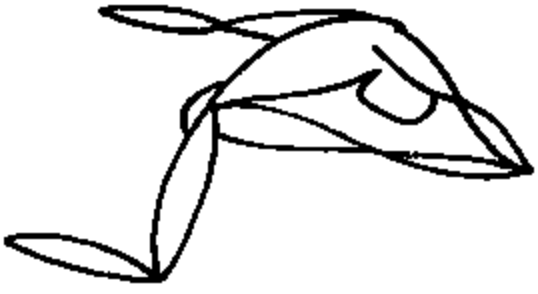
– 105 –

– 106 –

– 107 –



– 108 –



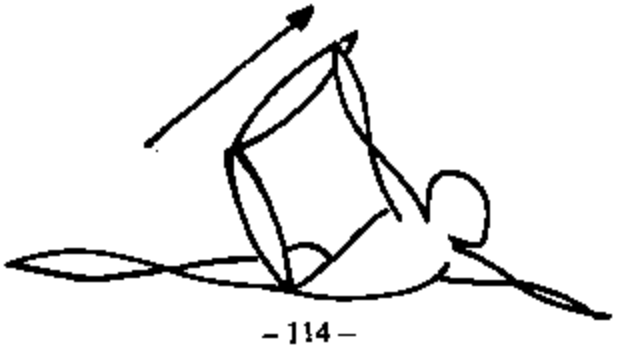
– 109 –

– 110 –

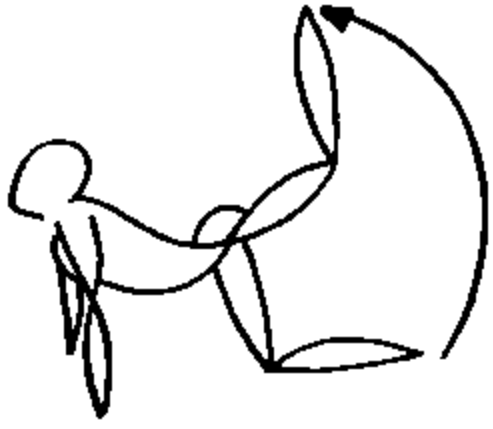
– 111 –

– 112 –

– 113 –

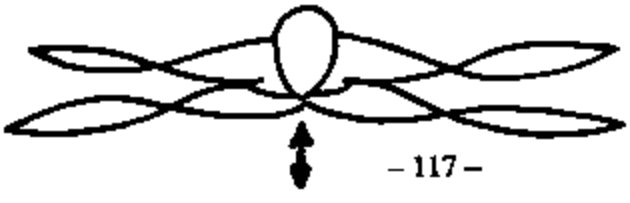


– 114 –

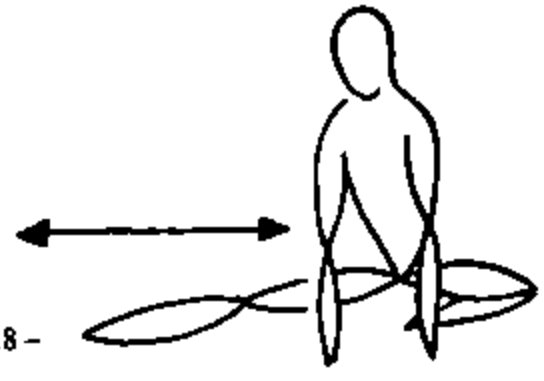


– 115 –

– 116 –



– 117 –

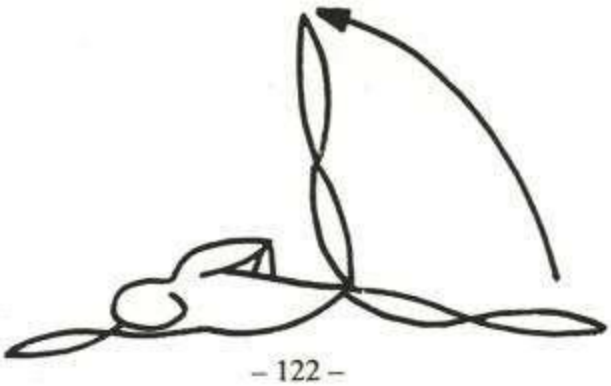


– 118 –

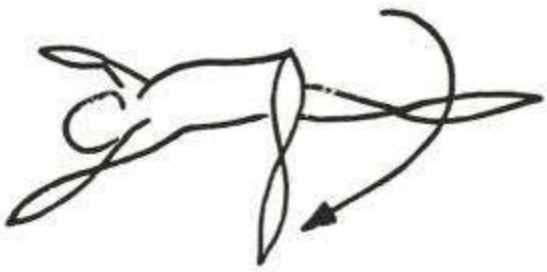
– 119 –

– 120 –

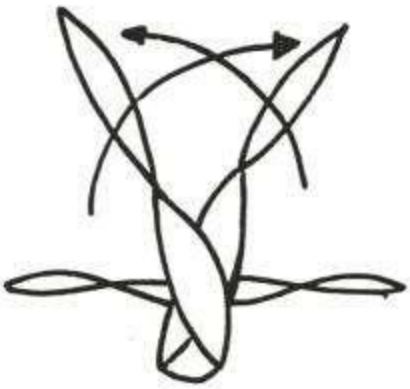
– 121 –



– 122 –



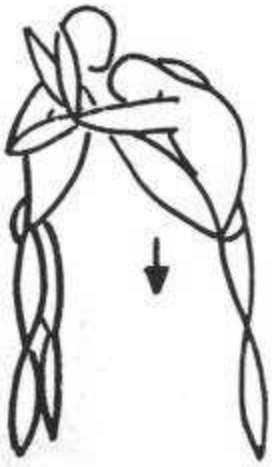
– 123 –



– 124 –

– 125 –

– 126 –



– 127 –

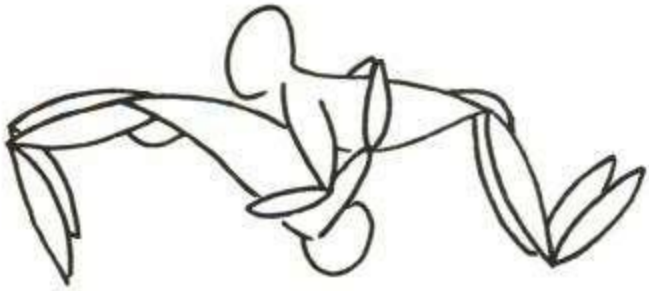
– 128 –

– 129 –

Segundo grupo: Ejercicios de preparación especial

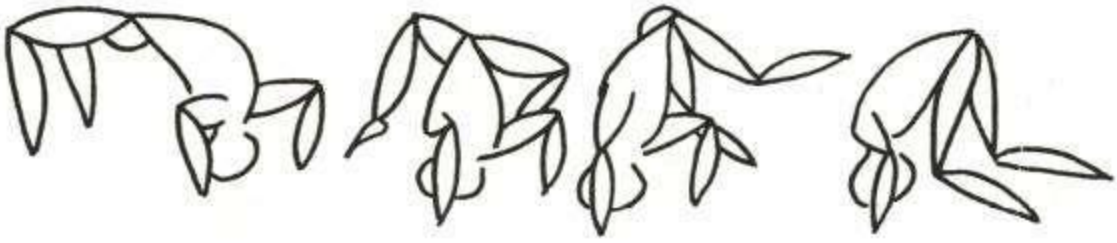
Lucha

Ejercicios de preparación especial de los luchadores para desarrollar la movilidad articular (1-21).

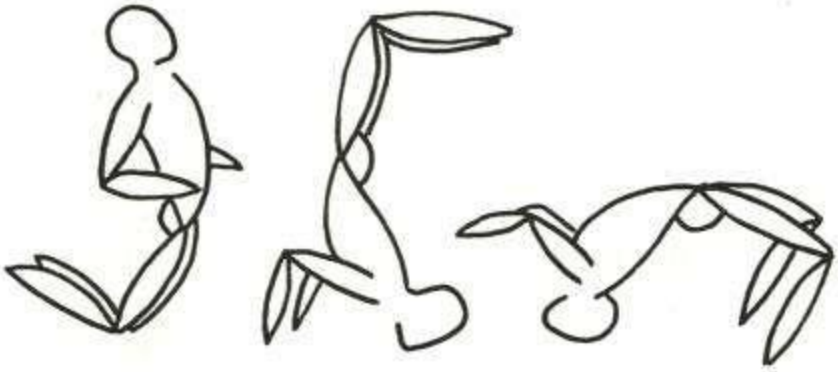


–1–

–2–

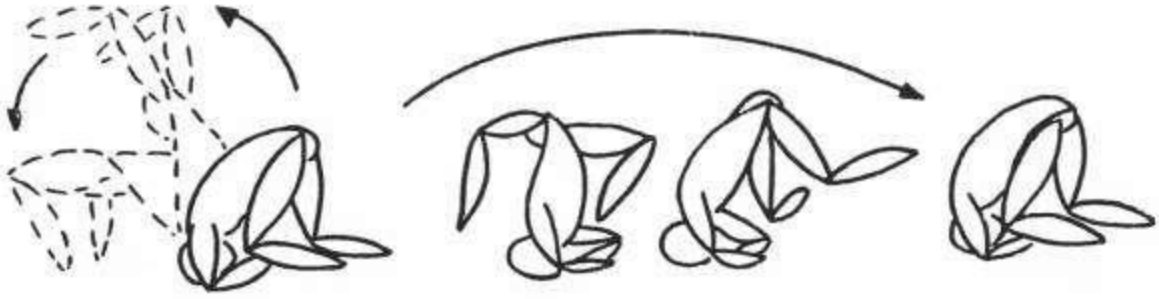


–3–

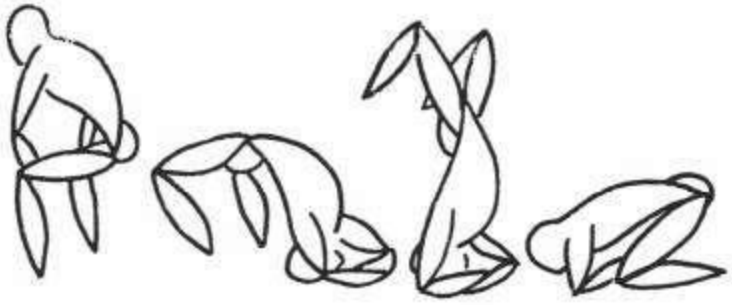


–4–

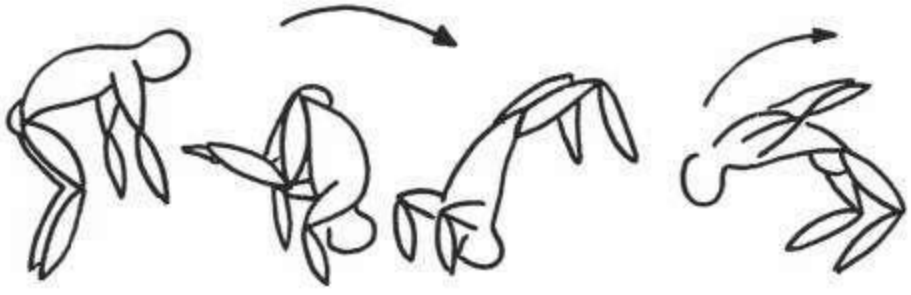
– 5 –



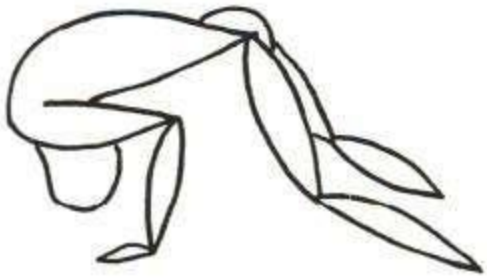
– 6 –



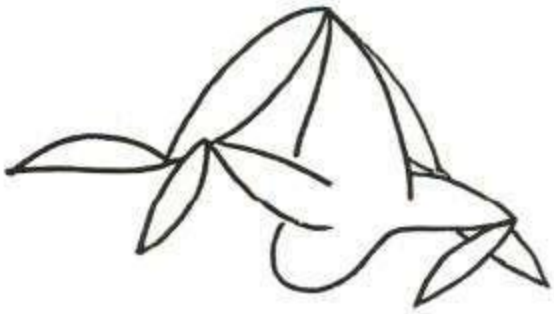
– 7 –



– 8 –



– 9 –



– 10 –

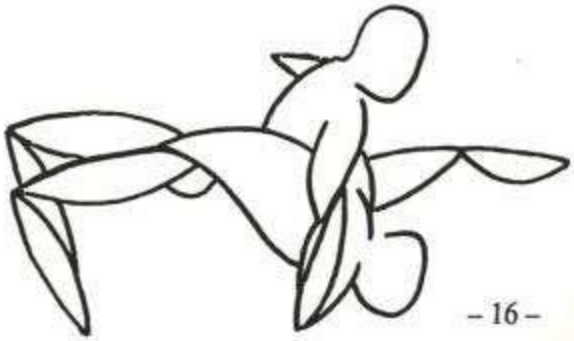
– 11 –

– 12 –

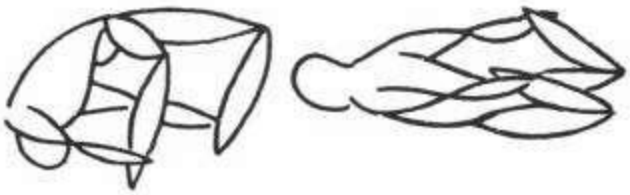
– 13 –

– 14 –

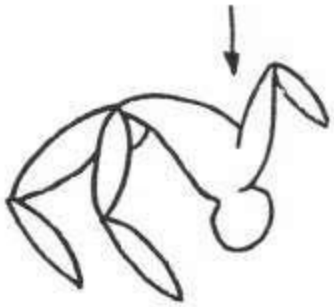
– 15 –



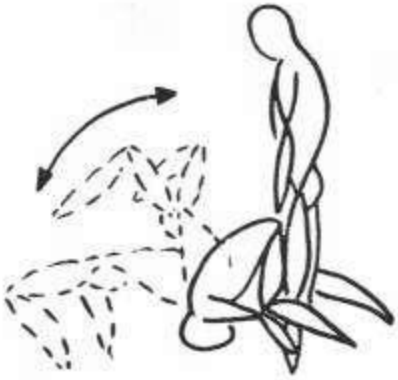
– 16 –



– 17 –

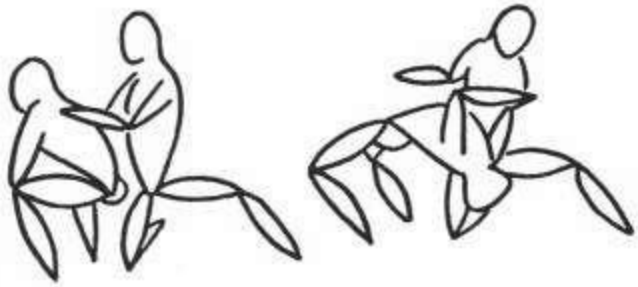


– 18 –



– 19 –

– 20 –



– 21 –

Esquí

Ejercicios de preparación especial de los esquiadores para perfeccionar la movilidad articular (1-14).

–1–

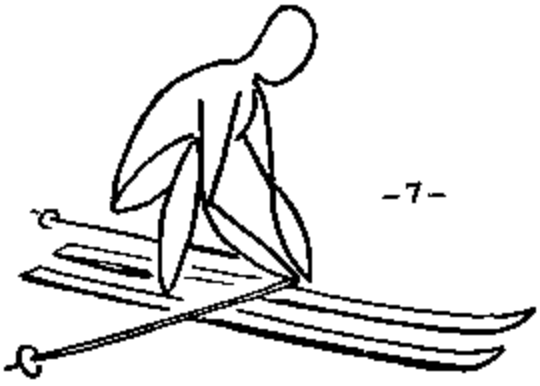
–2–

–3–

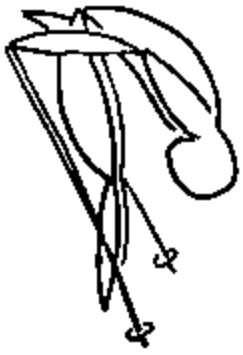
–4–

–5–

–6–

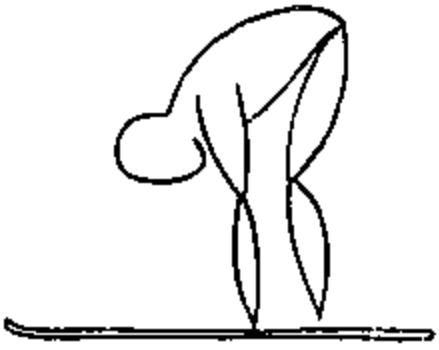


– 7 –

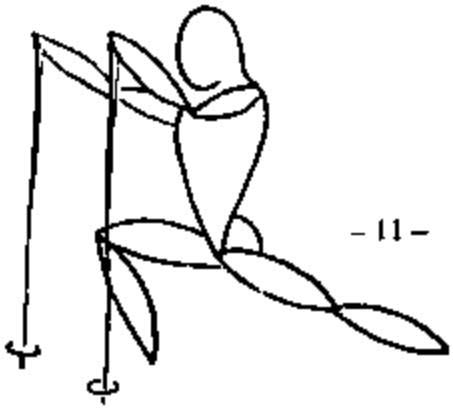


– 8 –

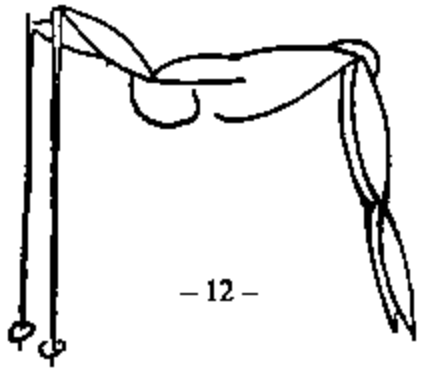
– 9 –



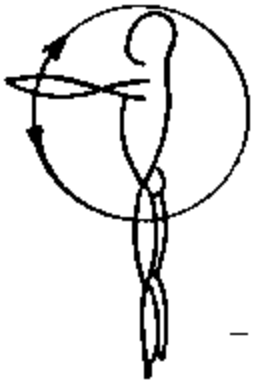
– 10 –



– 11 –



– 12 –



– 13 –

– 14 –

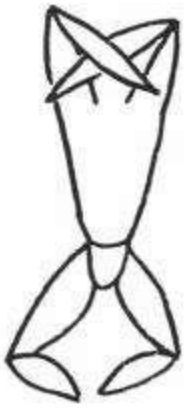
Natación

Ejercicios de preparación especial de los nadadores para perfeccionar la movilidad articular (1-18).

– 1–

– 2 –

– 3 –



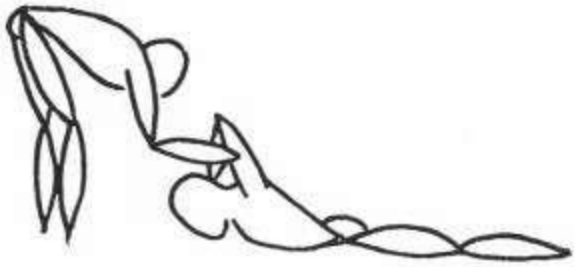
– 4 –

– 5 –

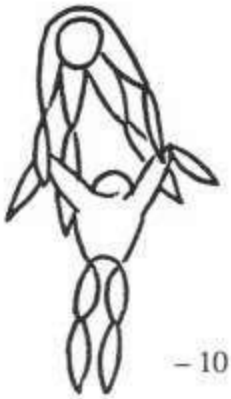
– 6 –

– 7 –

– 8 –

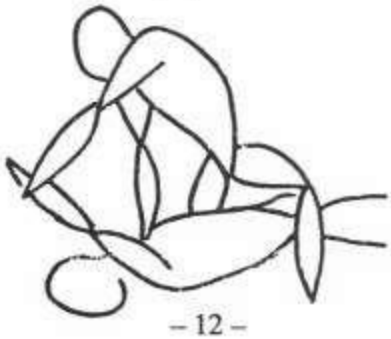


– 9 –



– 10 –

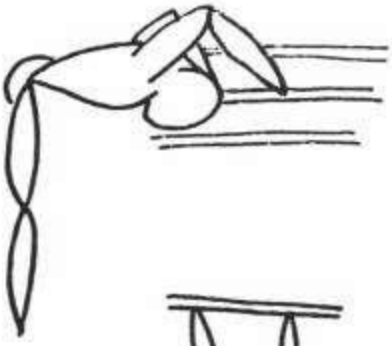
– 11 –



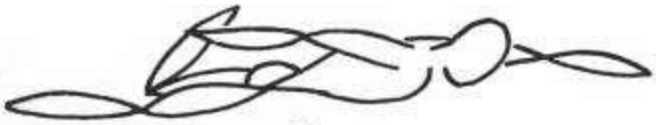
– 12 –

– 13 –

– 14 –



– 16 –



– 15 –

– 17 –

– 18 –

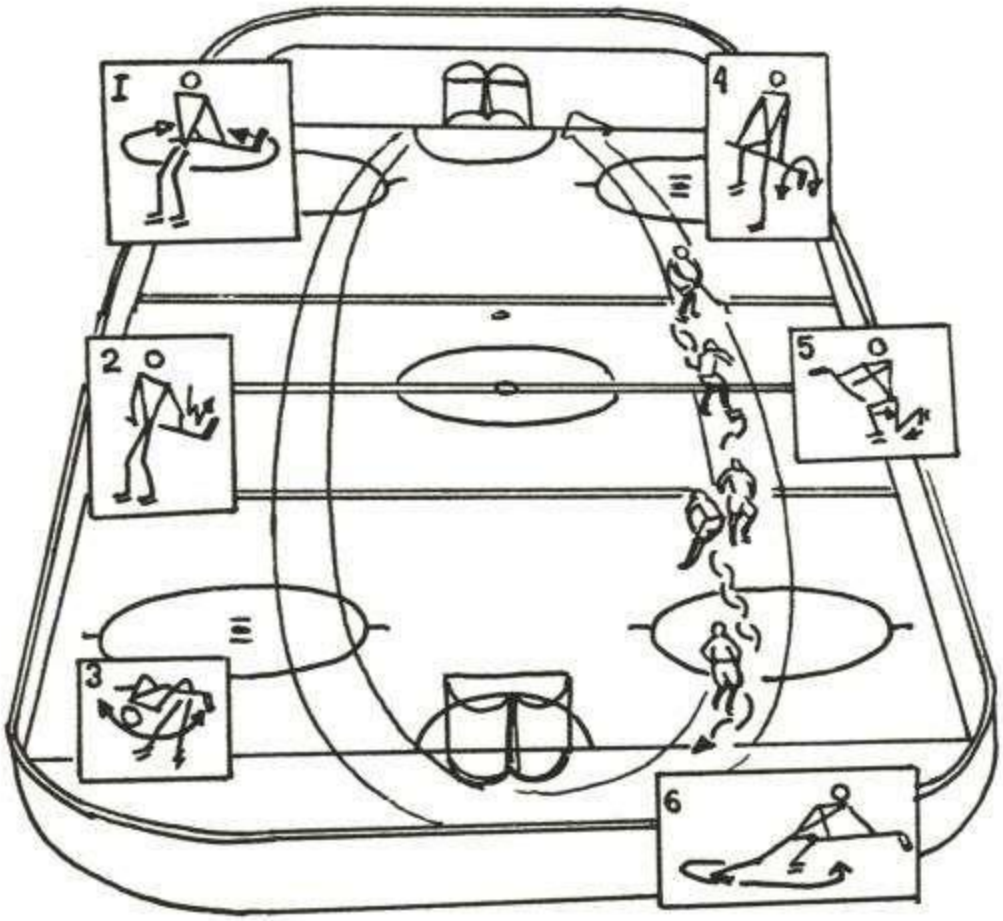
Fútbol

Ejercicios de preparación especial de los futbolistas para desarrollar la movilidad articular.

1. Imitación del golpeo con la parte interna del pie. Rápidos movimientos en el sitio con la pierna izquierda y con la pierna derecha.
2. Imitación de rebotes con la parte interna del pie, con una pierna y luego con la otra.
3. Imitación de lanzamientos con la parte externa del pie con una pierna y luego con la otra.
4. Imitación de golpeo contra un balón que se lanza a la altura de la cintura.
5. Imitación de golpeo con la pierna izquierda y con la pierna derecha.
6. Movimientos circulares con la pierna izquierda y con la derecha a la altura de la articulación coxofemoral. Se flexiona la rodilla formando un ángulo de 90°.
7. Movimientos circulares del tronco en la articulación coxofemoral.
8. Flexiones sobre la pierna izquierda, la pierna derecha apoyada en la espaldera o en el banco sueco, etc.
9. Desde la posición sentada, intentar tocar las rodillas con la cabeza.
10. Tendido supino, tocar con las puntas de los pies a la izquierda y a la derecha, por detrás de la cabeza.

Hockey

Ejercicios de preparación especial que permiten desarrollar la movilidad de las articulaciones.



NOTA: Deslizamiento hacia adelante a ritmo libre alrededor de la pista observando una distancia de 3-4 m. entre cada uno. El último de la cadena desliza en eslalom hasta el principio.

1. piernas separadas, stick horizontal por delante del jugador, girar el stick por detrás de la espalda,

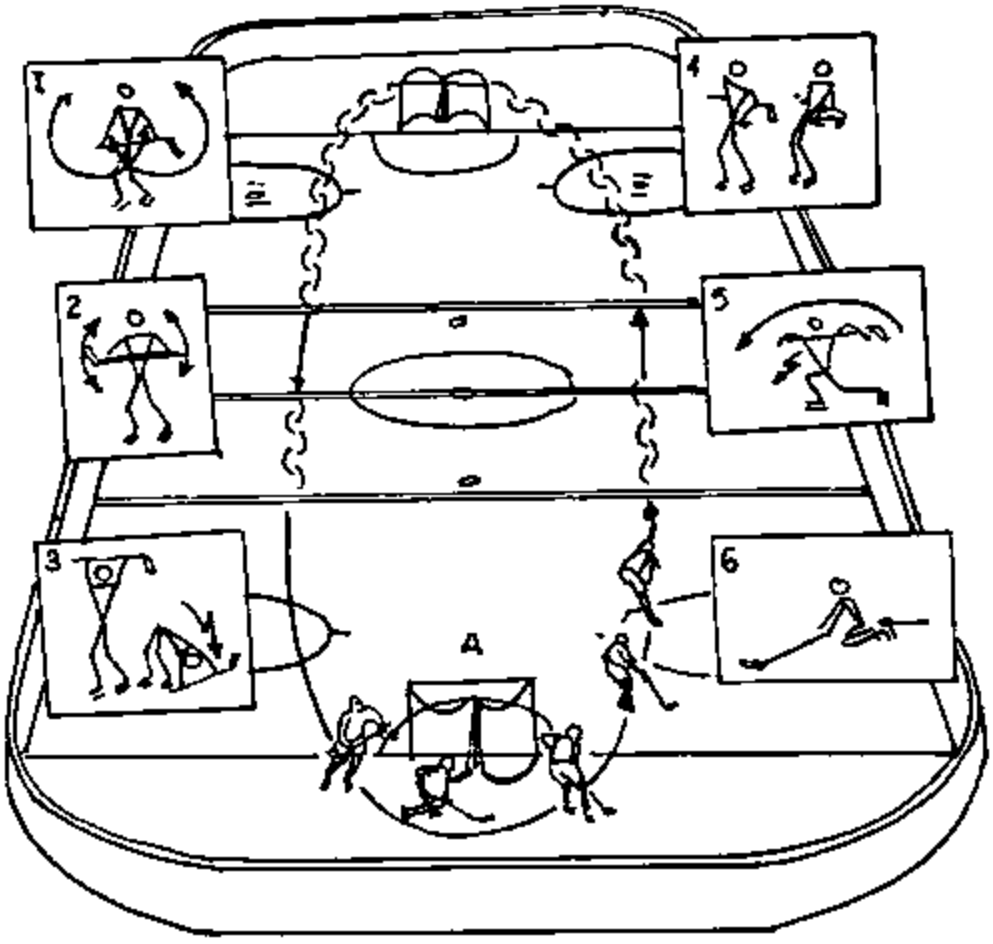
2. piernas separadas, stick horizontal detrás de la espalda, abrir los brazos hacia atrás con movimientos de rebote,

3. piernas separadas, stick horizontal por detrás, girando el tronco,

4. piernas separadas, stick detrás de la espalda, pasar por encima del stick sin soltarlo de las manos,

5. piernas juntas, stick por delante, salto de cuclillas,

6. con un deslizamiento, caída hacia adelante sobre la pierna izquierda, describir un semicírculo con la otra.



NOTA: Deslizamiento hacia adelante alrededor del campo, observando una distancia de 3-4 m. entre cada jugador. Junto a la portería y en la línea central, efectuar giros y variar la dirección del deslizamiento.

1. piernas separadas, stick por delante, círculos frontales,

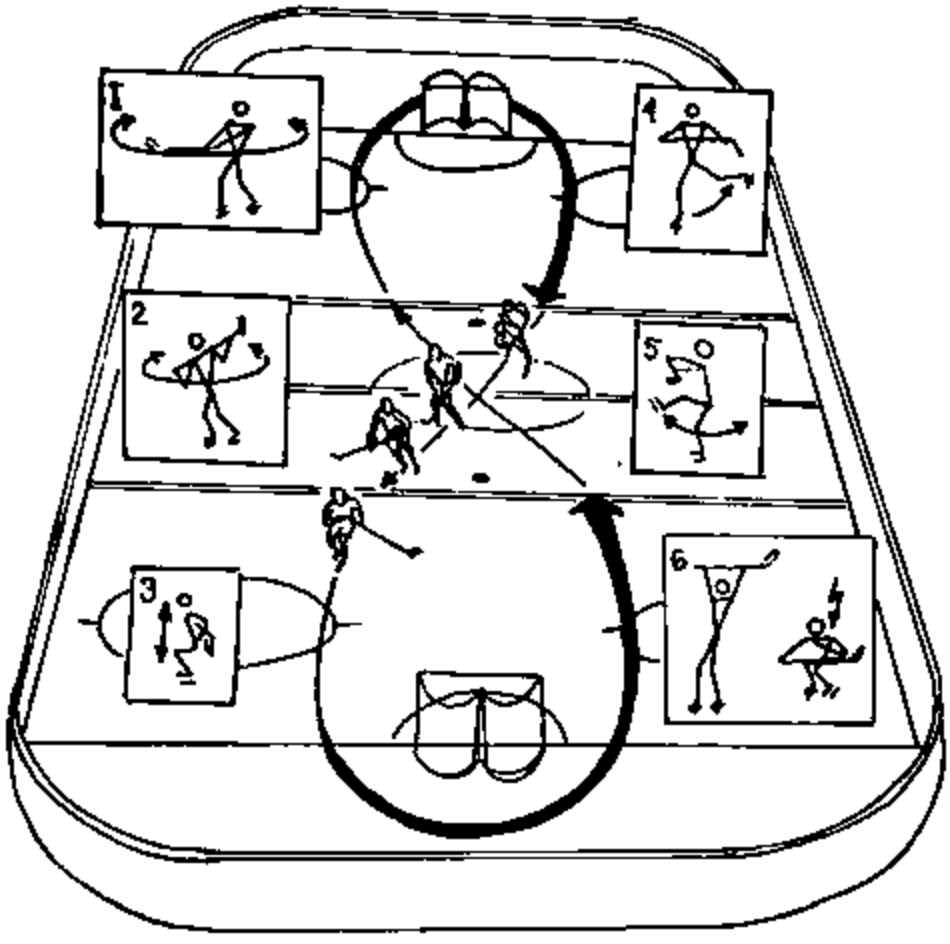
2. piernas separadas, stick por delante, levantar y bajar el stick rápidamente,

3. piernas separadas, stick por encima de la cabeza, flexiones con rebote a la derecha y hacia adelante, y a la izquierda y hacia adelante,

4. piernas separadas, stick por atrás, movimientos de la pelvis hacia delante y hacia atrás,

5. piernas juntas, y, con el stick sobre los hombros, caídas con rebote,

6. bajar de rodillas y volver a la posición de partida con deslizamiento.



NOTA: Deslizamiento hacia adelante en ocho uno tras otro, observando una distancia de 3-4 m, a lo largo de toda la pista. Acelerar el deslizamiento despues de la portería.

1. piernas separadas, sostener el stick por delante por su extremidad, y ejecutar movimientos laterales con lanzamiento y girando el tronco,

2. piernas separadas, stick sobre los hombros, giro del tronco a la derecha y a la izquierda,

3. piernas separadas, stick detrás de la espalda, flexión de cuclillas,

4. piernas juntas, stick por delante con los brazos extendidos, separar la pierna derecha (izquierda) hacia el lado,

5. piernas juntas, stick por delante, levantar la pierna adelante y atrás (izquierda y derecha),

6. piernas separadas, stick por encima de la cabeza, flexiones de cuclillas con rebote.

(Kochani y Gorski, 1984).

CAPÍTULO V

La velocidad y el método para su desarrollo

TIPOS DE VELOCIDAD Y FACTORES QUE LA DETERMINAN

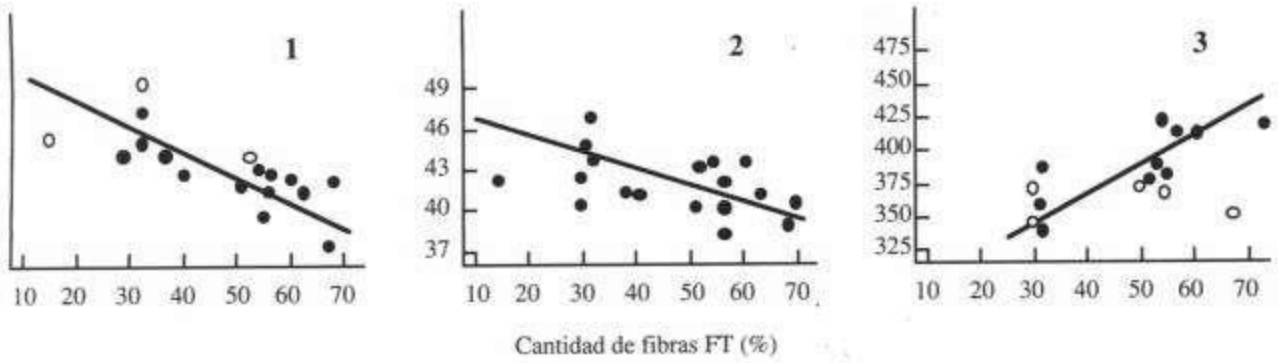
Las capacidades de velocidad del deportista son un conjunto de propiedades funcionales que permiten ejecutar las acciones motoras en un tiempo mínimo. Podemos distinguir entre velocidad elemental y compleja.* Las formas elementales se manifiestan en un tiempo latente de las reacciones motoras sencillas y complejas, de la velocidad de ejecución de cada movimiento con una reacción externa insignificante y de la frecuencia de movimientos. Es preciso tener en cuenta que la rapidez en todas las formas elementales de manifestación obedece, principalmente, a dos factores; (a) a la operatividad de la actividad del mecanismo neuromotor y (b) a la capacidad de movilizar rápidamente el conjunto de acciones motoras. El primer factor es sobre todo genético y se perfecciona muy poco, por ejemplo el tiempo de la reacción simple en personas sedentarias suele oscilar entre 0,2-0,3 seg y en los deportistas de alto nivel entre 0,1-0,2. De este modo, en el proceso de entrenamiento, el tiempo de reacción no puede ser aumentado más que en 0,1 seg. El segundo se somete a la acción del entrenamiento y constituye la principal reserva para el desarrollo de las formas elementales de la rapidez. Por lo tanto, la mejora de la rapidez de una acción motora se logra gracias a la adaptación del aparato motor a ciertas condiciones para adquirir una coordinación muscular adecuada que permita utilizar todas las posibilidades individuales del sistema neuromuscular, típicas de cada persona (Verjoshanski, 1988).

Las formas elementales de rapidez en las distintas combinaciones con las demás cualidades motoras y con los hábitos técnicos permiten manifestar capacidades de velocidad complejas en los actos motores que caracterizan la actividad competitiva y de entrenamiento en las diferentes modalidades. Entre dichas capacidades figuran la de alcanzar un alto nivel de velocidad de desplazamiento, la capacidad de lograr velocidad en la salida, de ejecutar los movimientos a gran velocidad (carrera de velocidad en velódromo, saltos de gimnasia, virajes de natación, lanzamientos de lucha, lanzamientos a portería en balonmano o waterpolo, etc.

Una de las principales premisas para la velocidad es la movilidad de los procesos nerviosos y el nivel de la coordinación neuromuscular. El grado de velocidad depende también de las particularidades del tejido muscular: correlación de las distintas fibras musculares, elasticidad, capacidad de elongación, el nivel de coordinación intra e intermuscular. Las capacidades de velocidad de los deportistas se deben también al nivel de fuerza, flexibilidad y coordinación, a la perfección de la técnica, las posibilidades de movilizar rápidamente los mecanismos bioquímicos y de realizar la nueva síntesis de los procesos alactácidos anaeróbicos, y al nivel de voluntad. Entre dichos factores ocupa un lugar especial el porcentaje de fibras FTa y FTb en el tejido muscular que soporta la carga principal en una modalidad deportiva concreta.

Existe un estrecho vínculo entre el nivel de velocidad y la cantidad de fibras rápidas de los deportistas (véase ilustr.55).

Por ejemplo, entre la velocidad de desplazamiento y la cantidad de fibras rápidas existe una estrecha correlación. El aumento de la distancia obedece a la disminución de dicha correlación. Cuando aumenta la distancia hasta 2.000 m, el tiempo para cubrirla aumenta en 5 min y la relación adquiere carácter negativo: la presencia de una gran cantidad de fibras FT en los músculos ejerce una influencia negativa en el resultado.



Ilustr.55. *Relación entre la máxima velocidad en las distancias de 40 m (1), 300 m (2) y 2.000 m (3) según la cantidad de fibras rápidas en los músculos que soportan la carga. (Karlson, 1975).*

El tiempo indispensable para la máxima tensión de las fibras FT no suele superar los 0,3 seg, mientras que las fibras ST pueden desarrollarla solamente al cabo de 0,8-0,9 seg. La actividad de los enzimas anaeróbicos de las fibras FT puede superar en dos veces la de las fibras ST. Por otra parte, la actividad de los enzimas aeróbicos en las fibras de ST supera en dos veces los índices análogos de las fibras FT.

En el proceso de la actividad deportiva, el ser humano se ve obligado a reaccionar a estímulos auditivos, visuales, táctiles, propioceptivos o mixtos. Como respuesta a estos tipos de estimulación, es posible una reacción a la señal que surge y reacciones de anticipación que suponen una extrapolación en determinadas correlaciones temporales, espaciales y espaciotemporales entre el estímulo y la acción de respuesta.

Las reacciones y las anticipaciones pueden ser sencillas y complejas. Las reacciones complejas se dividen en disyuntivas y diferenciadas. La reacción del boxeador a las acciones de su rival, la reacción del futbolista que debe tirar a puerta o pasar a su compañero, son disyuntivas (es decir, que no se pueden realizar ambas acciones al mismo tiempo). Las reacciones diferenciadoras son uno de los tipos más complejos de reacción porque exigen una gran tensión de la atención para elegir rápidamente la respuesta más conveniente, o el cambio de modo de actuar. Por ejemplo, el esgrimista que inicia la acción debe saber adivinar el contraataque de su rival y proseguir el suyo. El jugador de baloncesto que inicia una acción de ataque y que ve una defensa eficaz cambia de idea y pasa el balón a un compañero que se halla ocupando una posición más favorable, etc.

El tiempo latente de la reacción simple supera el tiempo de las acciones de algunos estímulos en la actividad deportiva. Por ejemplo, el tiempo de la trayectoria del balón en un penalty, las acciones de velocidad de los boxeadores, esgrimistas, jugadores de baloncesto y otros deportistas alcanzan más de 100 mseg. La duración de las fijaciones visuales en una situación determinada depende de la dificultad de la labor perceptiva y oscila entre 150 y 600 mseg (Keller, 1987).

Por consiguiente, en algunos tipos de interacciones de velocidad (en los juegos deportivos, en las luchas individuales, etc.), el ser humano no está en condiciones de reaccionar como en la reacción simple a las señales que surgen. Las reacciones oportunas de los deportistas (en particular, en las complejas situaciones de los combates individuales y de los partidos) pueden deberse a la ejecución de acciones según el tipo de reacciones de anticipación. En este caso, el deportista reacciona, no a la aparición de un estímulo, sino que adivina (por el tiempo o el espacio) el principio de una señal para sus acciones que se anticipan al momento y al lugar de la acción del rival o del compañero de equipo. La reacción de anticipación es una de las formas de pronóstico, una importante cualidad que asegura el resultado de la actividad del ser humano en las complejas interacciones de velocidad de los deportistas.

Se distinguen dos tipos de anticipaciones: (a) perceptiva, que consiste en el control del movimiento del objeto para interceptarlo en un lugar determinado; (b) receptora, la cual consiste en extrapolar el momento en que aparece el objeto a partir de una valoración de los períodos temporales.

En la actividad competitiva, el deportista reacciona anticipando las características espaciales y temporales de los objetos en movimiento (balón, contrincante, compañero, etc.), y que se encuentran en su campo de percepción (vista, oído, etc.), y extrapolando las características temporales y

espaciales de sus propias acciones con el ritmo de los movimientos previamente aprendidos, sin control de la visión o de otros receptores.

La orientación del ser humano en las acciones motoras se realiza mediante la actividad compleja de los analizadores que permiten realizar una representación total de la posición del cuerpo, de sus desplazamientos y reaccionar con un comportamiento adecuado y con una interacción en el tiempo y en el espacio con el objeto, el aparato, el compañero y el contrincante.

De vital importancia para desarrollar la velocidad resulta el método sensomotor que se fundamenta en la capacidad del ser humano de distinguir los microintervalos de tiempo. El perfeccionamiento de la velocidad de reacción se realiza en tres etapas de acuerdo con dicho método.

En la primera etapa, el deportista intenta reaccionar a la señal de un estímulo lo más rápido posible. Luego se le comunica el tiempo de reacción. La comparación del tiempo con sus sensaciones permiten diferenciar las reacciones más o menos rápidas. En la segunda etapa, el deportista intenta determinar su tiempo de reacción, tras lo cual le comunican el real. En la tercera etapa, se da al deportista un determinado tiempo de reacción que él debe realizar. Todo ello permite diferenciar mejor la capacidad de reacción.

El método oculto de reacción comprende una percepción activa de la información que llega al cerebro, su elaboración oportuna y la estructura de los movimientos de respuesta correspondientes. Cada acción motora del deportista puede ser representada de modo esquemático como una reacción motora compuesta por un período oculto y por un componente motor.

La rapidez y la eficacia de la reacción sencilla y compleja dependen en gran parte del volumen de información. Sin embargo, en este punto conviene tener en cuenta que existe un «óptimum» de información que puede ser elaborada de forma eficaz disminuyendo el tiempo de los movimientos. El aumento ulterior del volumen de información no provoca una disminución marcada del tiempo de reacción.

Sabemos que los procesos perceptivos y motores son bastante independientes. Esto significa que, entre la rapidez del transcurso de los procesos nerviosos que constituyen la base del retraso de la señal, de la transmisión de los impulsos nerviosos y la rapidez del transcurso de los procesos nerviosos en los que se basa el acto motor, no existe obligatoriamente una transferencia positiva.

El método para perfeccionar las reacciones motoras deberá pues tener en cuenta la necesidad de un enfoque analítico: al principio, un perfeccionamiento de la estructura motora del componente motor (técnica del movimiento) y del tiempo del período oculto, y a continuación, una mejor coordinación de la interacción entre el período oculto y el componente motor de las reacciones de acuerdo con la situación de la acción perfeccionada.

A pesar del carácter diverso de las exigencias para elegir los medios y métodos utilizados para perfeccionar las reacciones, podemos destacar algunos puntos generales de la metodología:

1. la asimilación de cada tipo de reacción (sencilla, disyuntiva, diferenciadora) tiene una importancia independiente;
2. la estructura principal metodológica consiste en el perfeccionamiento consecutivo de las reacciones simples, disyuntivas y diferenciadoras;
3. cada tipo de reacción se perfecciona inicialmente de forma independiente;
4. el perfeccionamiento de la anticipación (espacial y temporal) de las reacciones se realiza después de la adquisición de una base técnica determinada;
5. las cuestiones pedagógicas del perfeccionamiento deben complicarse introduciendo exigencias cuantitativas y cualitativas en los ejercicios;
6. para perfeccionar la capacidad de reacción, deben resolver los puntos siguientes: (a) disminuir el tiempo del componente motor de la técnica; (b) disminuir el tiempo del período oculto de la acción; (c) perfeccionar la capacidad de anticipar las acciones temporales y espaciales (Keller, 1987).

Cabe tener en cuenta que, por regla general, las formas elementales y complejas de la velocidad son muy específicas e independientes entre sí. Los índices del tiempo de reacción no están relacionados con los índices de la velocidad de los movimientos, de la salida en la carrera y en patinaje de velocidad, etc. Ello exige otro enfoque para perfeccionar la velocidad. Dicho enfoque se basa en la aplicación de un amplio círculo de medios y métodos para el perfeccionamiento selectivo, tanto de las formas elementales (tiempo de reacción, velocidad de ejecución de elementos aislados, frecuencia de los movimientos), como de las formas complejas (nivel de la velocidad de la distancia, capacidad de desarrollar velocidad en la salida, velocidad de la carrera para ejecutar saltos, rapidez de repulsión, etc.).

Cabe recordar que las formas elementales de la rapidez no pueden ser demasiado perfeccionadas. En cuanto a las formas complejas, el entrenamien-

to puede significar un importante progreso. Ello se debe a que las capacidades de velocidad complejas dependen de una serie de factores que pueden ser perfeccionados.

Se distinguen en el deporte moderno tres regímenes específicos de trabajo de velocidad: acíclico, que caracteriza una manifestación del esfuerzo explosivo concéntrico; el impulso de salida, que se traduce por una fuerte aceleración desde el sitio para lograr los máximos índices en muy poco tiempo; de desplazamiento, el cual consiste en mantener cierta velocidad en determinada distancia (Verjoshanski, 1988).

La velocidad del trabajo acíclico depende, sobre todo, de la magnitud de los esfuerzos musculares organizados racionalmente en el tiempo y en el espacio: cuanto mayor sea el tramo del impulso y la fuerza aplicada al cuerpo (aparato), mayor será su velocidad. El aumento de la velocidad del deportista para ejecutar un trabajo acíclico puede lograrse, en primer lugar, mediante una mejora de la capacidad del sistema nervioso central para ejecutar una potente impulsión eficaz de las unidades motoras que intervienen en el trabajo, perfeccionando la coordinación intra e intermuscular, ampliando las posibilidades del mecanismo aláctico de liberación de energía y formando una estructura biomecánica de la acción motora.

La carrera de impulso, como forma específica del trabajo cíclico de velocidad, puede resultar decisiva para lograr altos índices en la carrera de velocidad, remo, ciclismo (velocidad, contrarreloj de 1.000 m desde parado), bobsleigh, etc. Condiciones indispensables para desarrollar la velocidad, además de una técnica efectiva, resulta ser la capacidad del sistema nervioso central de impulsar intensamente las unidades motoras, la eficacia de la coordinación intramuscular, el nivel de fuerza máxima, un gran volumen de fibras FTa y, sobre todo, FTb en la sección transversal del músculo, la capacidad y potencia del mecanismo anaeróbico aláctico de movilización de la energía.

La velocidad del trabajo acíclico y la eficacia de la impulsión de salida dependen en gran medida del nivel de potencia máxima. La manifestación de potencia obedece al nivel de desarrollo de sus componentes de fuerza (fuerza dinámica y fuerza-velocidad) y de velocidad (tiempo de reacción, tiempo de cada movimiento) y de la capacidad de realizarlos totalmente durante la ejecución de una acción motora.

La velocidad del trabajo de distancia puede lograrse gracias a las posibilidades de los distintos sistemas funcionales, lo cual viene determinado por la correlación del trabajo en una u otra zona según los criterios de potencia. La primera zona son los ejercicios de máxima potencia anaeróbica (15-20 seg). La velocidad depende aquí de los procesos que se producen, en primer lugar en el SNC y en el aparato ejecutor neuromuscular. Especial importancia reviste la capacidad de los centros motores de activar la máxima cantidad de unidades motoras, sobre todo las compuestas por fibras FTa y FTb, la potencia del mecanismo anaeróbico aláctico, la eficacia de la coordinación intermuscular e intramuscular, el perfeccionamiento de la técnica de unidades motoras. La segunda zona está constituida por los ejercicios de potencia anaeróbica casi máxima (20-45 seg). La capacidad de trabajo en estos ejercicios depende mucho de los mismos factores que para la ejecución de ejercicios pertenecientes a la zona anterior. Sin embargo, otros factores adquieren aquí un papel determinante: se trata de la capacidad del organismo para resintetizar ATP utilizando el glucógeno muscular, la capacidad del SNC de realizar una inervación eficaz cuando se acumulan grandes niveles de lactato en los músculos y en la sangre, la estabilidad psicológica para el trabajo de velocidad en condiciones de fatiga progresiva, y, por fin, la estabilidad y variedad de la técnica de ejecución de las acciones motoras.

La velocidad para ejecutar un trabajo cíclico de las zonas siguientes (de potencia anaeróbica submáxima, de potencia mixta aeróbica-anaeróbica, de potencia aeróbica submáxima, media y baja) depende principalmente de la resistencia de los deportistas. Esta cuestión debe ser examinada junto con la cuestión de la resistencia en el deporte.

Cabe señalar que en numerosas modalidades deportivas, los tres regímenes considerados del trabajo de velocidad se manifiestan en distintas combinaciones complejas. Por ejemplo, en la carrera de los 200 m se manifiestan la carrera de salida y de distancia; en los 50 m de natación, el régimen acíclico (salida) y en los juegos deportivos se dan los tres regímenes. Ello, claro está, debe tenerse en cuenta para elaborar el método para aumentar la velocidad en una modalidad concreta.

MÉTODO PARA DESARROLLAR LAS CAPACIDADES DE VELOCIDAD

Es indispensable diferenciar el método para desarrollar las capacidades locales (tiempo de reacción, de un movimiento aislado, frecuencia de los

movimientos) del método para perfeccionar las capacidades de velocidad complejas. Cabe aquí tener en cuenta que las formas elementales de la velocidad no hacen sino crear las premisas necesarias para una buena preparación de velocidad; el desarrollo de las capacidades complejas deben constituir su contenido básico. La manifestación compleja de la velocidad es consecuencia de la actividad competitiva en una modalidad concreta.

El trabajo para aumentar la velocidad puede dividirse pues en dos etapas interrelacionadas: la etapa del perfeccionamiento diferenciado de cada componente de la velocidad (tiempo de reacción, tiempo de cada movimiento, frecuencia de los movimientos, etc.), y la etapa del perfeccionamiento integral en el que se aunan las capacidades locales en los actos motores de una modalidad deportiva. Es evidente que esta división es convencional, pero permite lograr la unión y la interrelación de los enfoques analítico y sintético cuando se pretende el perfeccionamiento de la velocidad de los deportistas.

Los medios de la preparación de velocidad son distintos ejercicios que exigen una reacción rápida, una gran velocidad de ejecución de cada movimiento y una máxima frecuencia de movimientos. Estos ejercicios pueden presentar carácter de preparación general, auxiliar y especial. Para desarrollar las formas elementales de la rapidez se suelen utilizar ejercicios gimnásticos y juegos deportivos que plantean grandes exigencias de velocidad. Los ejercicios de preparación especial pueden servir tanto para desarrollar cada componente de la velocidad como para su perfeccionamiento conjunto en acciones motoras completas. Dichos ejercicios se estructuran según las particularidades de la velocidad en la actividad competitiva y son distintos actos y técnicas característicos de una modalidad o de varias modalidades deportivas que exigen gran velocidad (saltos, lanzamientos, golpes de boxeo, lanzamientos del balón, técnicas de lucha y jugadas de juegos deportivos, salida de los deportes cíclicos, aceleraciones, recorrido de tramos de la distancia, etc.).

Un medio eficaz para perfeccionar el conjunto de capacidades de velocidad son los ejercicios de competición. La preparación previa y la motivación permiten lograr índices de velocidad durante la ejecución de cada parte de la actividad competitiva que suele ser difícil demostrar durante los entrenamientos con ejercicios más breves, con ejercicios aislados de velocidad pura.

No hay que pensar que dichas formas de rapidez, como el tiempo de un movimiento aislado e incluso el tiempo de reacción, se perfeccionan mejor ejecutando ejercicios con una sobrecarga mínima y con la máxima velocidad posible. Con pequeñas sobrecargas, el deportista no logra la aferencia propioceptiva intensa que acompaña el movimiento, activando así mismo la formación de un programa motor central eficaz. Si los ejercicios de velocidad se ejecutan con determinadas sobrecargas, la impulsión intensa aferente permite que haya una armonía racional y una rapidez de la inclusión de los músculos en el trabajo, de la coordinación de la actividad muscular conforme se van ejecutando los ejercicios, la rápida incorporación de la cantidad necesaria de unidades motoras, es decir, la aparición de una coordinación intra e intermuscular óptima (Verjoshanski, 1988).

La magnitud de la sobrecarga aplicada depende hasta cierto punto de la forma perfeccionada de la velocidad. Para perfeccionar la rapidez de ejecución de un movimiento aislado sin sobrecarga y la frecuencia de dichos movimientos, las mejores sobrecargas son las que representan un 15-20% del máximo nivel de fuerza. Para perfeccionar la rapidez de la reacción motora según las condiciones específicas de la actividad competitiva, los ejercicios deben ejecutarse con una gama muy amplia de sobrecargas: desde el 10-15% hasta el 50-60% y más del máximo nivel de fuerza.

La eficacia de la preparación de velocidad depende mucho de la intensidad de ejecución de los ejercicios, de la capacidad del deportista para movilizarse. El grado de movilización de la velocidad, la capacidad de ejecutar en las sesiones de entrenamiento ejercicios de velocidad a niveles máximo y casi máximo son un estímulo fundamental para aumentar su nivel de velocidad. La manifestación de la velocidad durante los entrenamientos de los deportistas de alto nivel depende de la elección de los medios y técnicas que permiten estimular la actividad del sistema nervioso central y de los órganos ejecutores. Caracterizaremos brevemente algunas de dichas técnicas.

Las investigaciones de Ratov (1972) demuestran de forma convincente la gran eficacia del método del liderazgo simplificado. Dicho método se basa en la aplicación de aparatos especiales que confieren al cuerpo del deportista un esfuerzo de tracción que estimula la velocidad. Por ejemplo, el esfuerzo de tracción hacia arriba o hacia adelante permite al corredor aumentar en un 5-7% la velocidad de la carrera aumentando la longitud y la frecuencia de las zancadas.

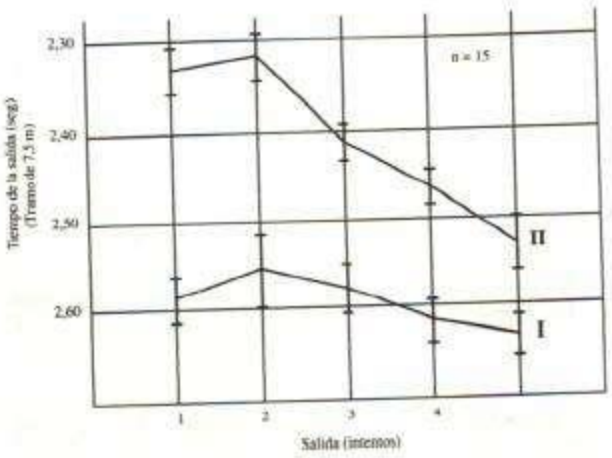
De gran importancia para aumentar las capacidades de velocidad es la variedad de las acciones motoras cuando se ejecutan ejercicios de competición y de preparación especial alternando los es-

fuerzos normales, fáciles y difíciles. En natación puede ser el recorrer cortos tramos (10-15 m) a velocidad máxima después de nadar sujeto a la máxima distancia de una cuerda elástica o de nadar tramos de 25 m con liderazgo obligado (velocidad del 110-120%) después de nadar 30 seg sujeto a máxima intensidad; en remo, alternar los tramos de velocidad cubiertos en condiciones normales o con hidrofreno; en ciclismo de velódromo, alternar los tramos de velocidad en condiciones normales o tras el líder, etc. El entrenamiento en estas condiciones perfecciona la coordinación inter e intramuscular, la capacidad de realizar las posibilidades de fuerza-velocidad en las condiciones de la actividad competitiva y ejerce una influencia positiva en la formación de la técnica móvil de los movimientos.

Una técnica importante que permite incrementar la preparación de velocidad es una buena motivación psíquica para realizar mejor el potencial funcional durante la ejecución del trabajo de entrenamiento y de competición. Ello se logra por distintas vías: mediante la creación de un clima de competición, organizando un entrenamiento conjunto con deportistas de un mismo nivel, variando los ejercicios, dando información constante sobre la ejecución de los ejercicios realizados, etc. La utilización de dichas vías permite aumentar en un 5-10% el nivel de velocidad, lo cual es de vital importancia para la eficacia del entrenamiento de los deportistas.

No menos eficaz es la estimulación neuromuscular previa de la capacidad de trabajo de los deportistas. La realización de las posibilidades de dicha técnica se lleva a cabo con un estiramiento previo de los músculos y su posterior contracción intensa; con la utilización previa de aparatos más pesados (peso, jabalina, disco) en atletismo o con maniquíes más pesados en lucha. Una alta eficacia de la utilización de distintos medios de estimulación previa de la capacidad de trabajo se observa en los deportes cíclicos. Existe una gran cantidad de variantes: los medios de estimulación previa pueden tener carácter selectivo (por ejemplo, sólo pedagógicos o físicos) o complejo (distintos medios en una misma estimulación). Pueden planificarse antes de un conjunto de ejercicios de velocidad o introducirse entre los ejercicios de velocidad. Es posible ilustrar la eficacia de la estimulación previa de la capacidad de trabajo con los resultados de las investigaciones realizadas con nadadores de alto nivel.

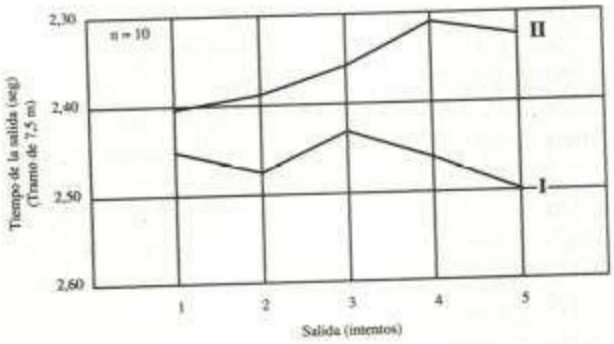
La ejecución, antes de la serie de entrenamiento de 5 saltos de salida, de un conjunto de ejercicios de carácter explosivo que exigen movilizar las



Ilustr.56. *Influencia de los medios pedagógicos de la estimulación previa de la capacidad de trabajo sobre la eficacia de la salida del deportista. 1: sin estimulación previa, 2: con estimulación previa.*

posibilidades de los músculos de los miembros inferiores, provoca un aumento sustancial de la eficacia de la salida (ilustr.56).

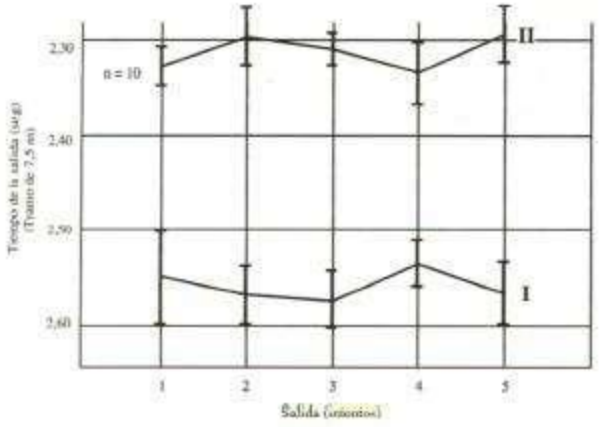
Disminuye también el tiempo de la salida bajo la influencia de medios físicos (por ejemplo, un hidromasaje de 5-7 min) (véase ilustr.57.)



Ilustr.57. *Influencia de los medios físicos de estimulación previa de la capacidad de trabajo sobre la eficacia de la salida. 1: sin estimulación previa, 2: con estimulación previa.*

Sin embargo, el efecto más claro se observa con la aplicación conjunta de medios pedagógicos y físicos (siempre que su volumen sea racional) (ilustr.58).

Una variante no menos eficaz para mejorar los índices de velocidad es la ejecución previa de ejercicios similares con sobrecargas suplementarias. Por ejemplo, antes de los ejercicios de velocidad, se efectúa un trabajo de 15-20 seg en máquinas que permiten imitar los movimientos de



Ilustr.58. *Influencia de la aplicación conjunta de medios pedagógicos y físicos de estimulación previa de la capacidad de trabajo sobre la eficacia de la salida. 1: sin estimulación previa, 2: con estimulación previa.*

velocidad. En este caso, los deportistas suelen lograr índices más altos de velocidad en los ejercicios fundamentales, que sin la aplicación previa de ejercicios con una carga de fuerza incrementada.

Una de las vías para aumentar la eficacia de la preparación de fuerza es la planificación en el entrenamiento de microciclos de finalidad de velocidad. Esta necesidad (sobre todo en el entrenamiento de deportistas de alto nivel) se debe a que los grandes volúmenes y la intensidad del trabajo que caracterizan el entrenamiento moderno, suelen implicar la ejecución de programas de sesiones y microciclos en condiciones de fatiga progresiva. Ello inhibe, hasta cierto punto, la aparición de las cualidades de velocidad en las sesiones con finalidad de velocidad. La planificación de microciclos independientes de velocidad permite eliminar dicha contradicción. Sin embargo, el gran efecto de entrenamiento de estos microciclos sólo es posible cuando se planifican después de los microciclos de recuperación, lo cual permite lograr los índices más altos de capacidad de trabajo para ejercicios aislados.

Entre los medios pedagógicos eficaces para estimular las cualidades de velocidad, cabe destacar la ejecución de breves ejercicios al final de una sesión de carácter aeróbico con un gran volumen de trabajo de intensidad moderada. En este caso, el deportista logra demostrar velocidad a un nivel *inaccesible al principio de la sesión, inmediatamente* después del calentamiento. Ello se debe ante todo a la influencia positiva de la ejecución prolongada de un trabajo de relativamente poca intensidad en la coordinación inter e intramuscular, la interrelación armónica de las funciones motora y vegetativas.

También resultan eficaces algunos medios técnicos que se aplican para estimular la velocidad durante la ejecución de distintos ejercicios. Como ejemplo podemos citar la utilización de aparatos especiales de remolque que permiten al corredor, al remero o nadador avanzar con una velocidad que supera la suya en un 5-20%. El deportista ejecuta los movimientos con máxima intensidad, intentando hacerlos corresponder con el nuevo nivel de velocidad (más alto).

La manifestación de la velocidad obedece también a una buena motivación psíquica en el trabajo de entrenamiento, cuando se aplican los métodos de competición y lúdico, creando un microclima de competición en cada sesión de entrenamiento.

Examinaremos brevemente las principales exigencias a los componentes de la carga (carácter y duración de los ejercicios, intensidad del trabajo, duración y carácter del descanso entre cada ejercicio, cantidad de repeticiones) que deben ser tenidas en cuenta para la preparación de velocidad.

Para aumentar las posibilidades de velocidad de los deportistas, se aplican diversos ejercicios de preparación general, de preparación especial y de competición. Cuanto más alto sea el nivel de los deportistas, más se utilizarán los ejercicios de competición y de preparación especial para un perfeccionamiento conjunto de la velocidad para ejecutar distintas técnicas y acciones que constituyen el contenido de la actividad competitiva. Una de las exigencias fundamentales que se plantean a los ejercicios de velocidad es su buena asimilación por parte de los deportistas. De cumplirse este requisito, los deportistas son capaces de concentrar su atención predominante y sus esfuerzos no en la técnica, sino en la velocidad de ejecución de los ejercicios.

La duración de cada ejercicio depende de su carácter y de la necesidad de lograr un alto nivel de velocidad. Para perfeccionar cada componente de la velocidad (por ejemplo, tiempo de reacción, velocidad de un movimiento) se aplican ejercicios breves, de menos de 1 seg; con varias repeticiones de 5-10 seg. Cuando se trabaja para aumentar el nivel absoluto de la velocidad de desplazamiento en los deportes cíclicos, la duración de cada ejercicio puede oscilar entre límites más amplios: desde 5-6 seg hasta 1 min y más.

Para planificar la intensidad del trabajo o la velocidad de desplazamiento es indispensable partir de que el trabajo de entrenamiento debe ejercer en el organismo del deportista una acción que estimule los cambios de adaptación que son la

base de las propiedades que juntas determinan el nivel de velocidad. La alta intensidad, casi máxima, de los ejercicios contribuye a ello. Para ejecutar ejercicios de velocidad, el deportista debe lograr un nivel de velocidad mediante una movilización extrema de sus fuerzas y de la rapidez y amplitud de movimientos que correspondan a sus particularidades morfológicas.

Sin embargo, la preparación de velocidad no puede ser limitada por los ejercicios de velocidad con nivel máximo y casi máximo de intensidad. Los ejercicios ejecutados con mucha menor intensidad ayudan a perfeccionar los distintos tipos de velocidad. Por ejemplo, para perfeccionar la rapidez de ejecución de un movimiento aislado, es preciso utilizar un ritmo distinto: desde el ritmo moderado (30-40% del máximo posible) hasta el casi máximo (85-95%) y el máximo. Al final de cada movimiento, es preciso relajar los músculos. Para perfeccionar la frecuencia de movimientos, se ejecutan los ejercicios a ritmo casi máximo y máximo. Al perfeccionar la rapidez de reacción, conviene ejecutar los movimientos a la máxima velocidad posible. El deportista debe centrar su atención en la ejecución lo más rápida posible de los elementos iniciales del movimiento como respuesta a la señal recibida. Se pueden utilizar como señal distintos estímulos: auditivos, táctiles, luminosos; se variará el lugar de su emisión, el orden y el ritmo de su alternancia.

La amplia variedad de los ejercicios utilizados, de las condiciones de su ejecución, de la intensidad del trabajo con un gran número de medios movilizadores es una de las condiciones indispensables para aumentar de forma equilibrada la velocidad de los deportistas y para vencer el fenómeno de la «barrera de la velocidad» que limita las posibilidades de seguir incrementando la velocidad.

Para desarrollar la velocidad, la duración de las pausas debe ser planificada de modo que al final de cada ejercicio, la excitabilidad del sistema nervioso central sea incrementada y de modo que las desviaciones físicas del organismo queden más neutralizadas.

Si las pausas son más breves, se produce en el organismo del deportista una rápida acumulación de productos de descomposición, lo cual disminuye la capacidad de trabajo de ejercicio en ejercicio. Si se prosigue el trabajo en estas condiciones, se aumentará la productividad anaeróbica (glucolítica) y no se perfeccionarán las posibilidades de velocidad.

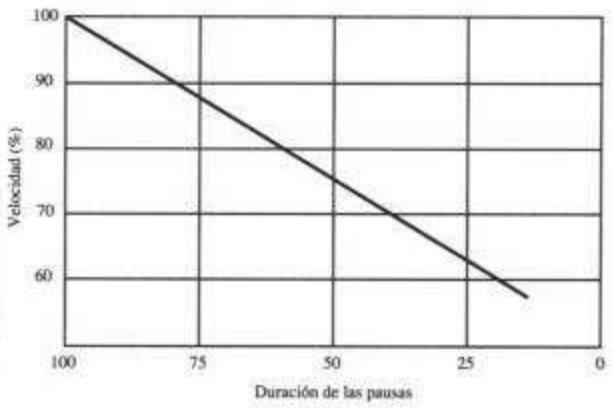
En la preparación de velocidad, las pausas oscilan en una gama muy amplia; su duración depende del grado de complejidad de la coordinación de los ejercicios, del volumen de los músculos que intervienen en el trabajo, de la duración del ejercicio, de la intensidad del trabajo. Entre los ejercicios de coordinación compleja relacionados con una gran carga en el sistema nervioso central, las pausas deben ser más largas que entre los ejercicios relativamente sencillos y bien asimilados por los deportistas. Entre cada ejercicio de velocidad de carácter local que hacen intervenir menos del 30% de la masa muscular, las pausas son más breves que entre los ejercicios de carácter parcial (hasta 60% de la masa muscular) y de carácter global (más de 60% de la masa muscular).

Las pausas entre los ejercicios breves (menos de 1 seg) de carácter local (por ejemplo, el ángulo de esgrima, un golpe aislado en boxeo, un revés en tenis de mesa, etc.), pueden ser tan sólo de varios segundos.

Los ejercicios de velocidad prolongados (por ejemplo, la carrera con salida baja en los 100 y 200 m, el recorrido de la distancia de los 50 m en natación) que hacen intervenir grandes masas musculares en el trabajo pueden precisar un descanso largo desde 2-3 hasta 8-10 y más min.

Durante la ejecución del mismo tipo, la disminución de la velocidad implica la reducción de los intervalos de descanso. La relación no presenta en este caso carácter lineal: incluso una pequeña disminución de la velocidad de ejecución permite reducir sustancialmente las pausas entre cada ejercicio (ilustr.59).

La utilización de la relación representada en la ilustración permite planificar la duración de las pausas entre cada ejercicio variando la intensidad del trabajo. Por ejemplo, cuando nadadores de alto nivel cubren las series de 4 x 50 m con la máxima



Ilustr.59. *Relación entre la velocidad del recorrido de los tramos de la distancia en los deportes cíclicos y la duración de las pausas entre los ejercicios.*

Duración de los ejercicios, min	Velocidad, en % del máximo nivel	Duración de las pausas, seg Ej. de carácter local	Ej. de carácter parcial	Ej. de carácter global
Hasta 1	4-5	8-10	15-20	25-30
	90-95	10-15	20-30	30-45
	80-90	5-10	15-20	20-30
4-5	95-100	30-40	50-80	80-120
	90-95	20-50	40-60	60-90
	80-90	15-20	30-40	50-60
8-10	95-100	40-60	80-100	120-150
	90-95	30-40	60-80	90-120
	80-90	20-30	40-60	60-90
15-20	95-100	60-80	100-120	150-180
	90-95	40-60	80-100	120-150
	80-90	30-40	60-80	90-120
25-30	95-100	80-120	120-150	180-240
	90-95	60-80	100-120	150-180
	80-90	40-60	80-100	120-150

Cuadro 17. *Régimen del trabajo y del descanso para desarrollar las capacidades de velocidad complejas.*

velocidad, la duración óptima de las pausas es de 120-150 seg, aproximadamente. La disminución de la velocidad en sólo un 10% implica reducir las pausas en un 25-30%; si se disminuye la velocidad en un 80%, las pausas pueden ser disminuidas dos veces.

La relación representada en la ilustración puede ser utilizada cuando se planifica la duración de las pausas en otros deportes y para los ejercicios más diversos. Es indispensable controlar la distribución racional de la duración del trabajo cuando se entrena a máxima velocidad.

La ejecución periódica de ejercicios de 5-30 seg de duración y con largos intervalos de descanso (hasta 10-20 min) contribuye a aumentar el nivel de velocidad. La particularidad de dichos ejercicios es conseguir que el deportista logre los índices récord de velocidad. En las pausas entre los ejercicios, se planifica un conjunto de procedimientos de tonificación y recuperación: masaje, sauna, ejercicios de relajación, recuperación psíquica, etc. La finalidad de todos estos procedimientos es lograr un clima óptimo para ejecutar los ejercicios en el límite de las posibilidades de velocidad.

El cuadro 17 representa la duración oportuna de las pausas entre cada ejercicio cuando se desarrollan las capacidades de velocidad según el volumen del trabajo incorporado al trabajo para ejecutar cada ejercicio y la intensidad del trabajo (en % de los máximos índices de velocidad). Por otra parte, hay que tener en cuenta que la ejecución repetida de los ejercicios de velocidad con alta intensidad provoca, incluso con largas pausas, una acumulación de desviaciones físicas y químicas, hace disminuir el nivel de la disposición psíquica para ejecutar un trabajo de gran intensidad. El aumento del volumen del trabajo en las condiciones óptimas para desarrollar la velocidad se logra ejecutando los ejercicios en serie.

La cantidad de ejercicios incluidos en cada serie, así como la cantidad de series, dependen de la duración de los ejercicios, de su intensidad, del volumen de los músculos incorporados en el trabajo. Por ejemplo, en una serie puede haber hasta 10-15 ejercicios breves de carácter local. Cuando se ejecutan ejercicios bastante largos de carácter parcial y global, su cantidad en una serie puede ser reducida hasta 3-4 ó 2-3. La duración de las pausas entre las series depende también del carác-

ter de los ejercicios, de su duración, de la cantidad en cada serie, de la intensidad del trabajo y suele oscilar entre 2-6 min.

Al estructurar los programas de velocidad, el entrenador puede guiarse por los datos del cuadro. Pero hay que tener en cuenta que las recomendaciones se refieren a los deportistas de alto nivel. Los diversos ejercicios para los músculos de los [illegible] de voleibol, tiradas de esgrima, golpes cortos de boxeo, etc., son acciones motoras que no incorporan en el trabajo grandes volúmenes musculares y son ejercicios de carácter local. La mayoría de los golpes en movimiento de balonmano, fútbol, hockey, piragüismo, esquí exigen la intervención en el trabajo de volúmenes musculares medios y son, por lo tanto, ejercicios de carácter parcial. Como ejemplo de ejercicios de carácter global citaremos el lanzamiento de martillo, las arrancadas de halterofilia, numerosas técnicas de distintos tipos de lucha, la carrera de velocidad, la natación en distancias cortas, el remo clásico.

EJERCICIOS PARA DESARROLLAR LA VELOCIDAD EN DISTINTAS MODALIDADES DEPORTIVAS

En este capítulo presentamos los ejercicios que permiten perfeccionar las formas complejas de velocidad. En cada deporte existe una enorme cantidad de acciones motoras, cuya eficacia asegura el nivel de desarrollo de la velocidad. Recordaremos que las manifestaciones complejas de las capacidades de velocidad se deben, no sólo a las posibilidades de los sistemas nervioso y muscular, sino también a la eficacia de la técnica de las acciones motoras. Por ello, el método de desarrollo de la velocidad contempla la máxima variedad de ejercicios y la correspondencia de las acciones motoras según la estructura dinámica y cinemática con las exigencias que plantea una actividad competitiva eficaz.

Se exponen más abajo los ejercicios más eficaces y que se utilizan en distintos deportes para perfeccionar los distintos tipos de velocidad.

En los ejercicios presentados se han utilizado, para determinar la intensidad del trabajo, índices que tradicionalmente se empleaban para preparar a los deportistas especialistas en distintas modalidades. Por ejemplo, en las modalidades deportivas cíclicas, la intensidad del trabajo se valora según la velocidad de desplazamiento de la distancia (en % respecto a la máxima) o mediante la zona correspondiente del suministro de energía del trabajo:

1ª zona: de máxima potencia anaeróbica;
2ª zona: de potencia anaeróbica casi máxima;
3ª zona: de potencia anaeróbica submáxima (3).

La duración de las pausas se determina a partir del tiempo que asegura una recuperación bastante plena de la capacidad de trabajo o según los índices de la FC correspondientes a la recuperación de la capacidad de trabajo hasta un nivel suficiente.

Carreras de atletismo

• Carrera con salida baja: 2 x 20 + 2 x 30 + 2 x 50 + 2 x 30 + 2 x 20 m. Intensidad: 96-100%. Descanso hasta que la FC es de 115-110 puls/min.

• Carrera con salida baja: 4 x 20 + 3 x 50 + 4 x 20 m. Intensidad: 96-100%. Descanso hasta que la FC es de 115-110 puls/min.

• Carrera con salida baja: 4 x 20 + 2 x 30 + 2 x 60 + 2 x 30 + 2 x 20 m.

• Carrera con salida baja: 20 + 30 + 60 + 30 + 20 x 2 series. Intensidad: 96-100%. Descanso hasta que la FC es de 115-110 puls/min. Entre cada serie: 10-12 min.

• Carrera con salida baja: 2 x 60 + 80 + 2 x 60 m. Intensidad: 96-100%. Descanso hasta que la FC es de 115-110 puls/min.

• Carrera con salida baja: 2 x 60 + 2 x 60 + 2 x 20. Desde la marcha: 20 + 60 + 20. Intensidad: 96-100%. Descanso hasta que la FC es de 115-110 puls/min.

• Carrera con salida baja: 3 x 50 m. Desde la marcha: 3 x 50 m. Intensidad: 100%. Descanso hasta que la FC es de 115-110 puls/min.

• Carrera con salida baja: 20 + 30 + 50 m. Carrera montaña (ángulo 2-3°): 20 + 30 + 50 m. Salida desde la marcha en montaña: 3 x 20 m. Intensidad: 100% Descanso hasta que la FC es de 115-110 puls/min. Entre cada serie: 10-12 min.

• Salida baja con la ayuda de un aparato de remolque: 2 x 10 + 2 x 20 + 2 x 50 + 2 x 20 + 2 x 10 m. Desde la marcha: 2 x 20 + 2 x 50 + 2 x 20 + 2 x 10 m. Salida desde la marcha: 3 x 20 m. Intensidad del trabajo: 100%. Descanso hasta que la FC es de 115-110 puls/min.

• Carrera desde la marcha: 2 x 20 + 2 x 60 + 2 x 10 m. Intensidad: 100%. Descanso hasta que la FC es de 115-110 puls/min.

---

(3) *Para más detalles, véanse los apartados 1 y 2 del capítulo «Los medios de la preparación física».*

• Carrera con salida baja: 2 x 20 + 2 x 30 + 2 x 20 m. Entrega y recepción del relevo: 3 x 50 m. Intensidad: 100%. Descanso hasta que la FC es de 115-110 puls/min; entre las series: 10-12 min.

• Carrera desde la marcha: 20 + 50 + 20 m. Entrega y recepción del testigo del relevo 4 x 50 m. Intensidad: 96-100%. Descanso hasta que la FC es de 115-110 puls/min. Entre cada serie: 10-12 min.

Natación

• 6-10 x 50 m con aumento progresivo de la velocidad (desde el 90 hasta el 100%) en régimen de 1 min 30 seg (4).

• 8 x 25 m reteniendo la respiración; velocidad: 90-100%; pausas: 30-45 seg.

• 4-8 x 25 m con una salida a máxima velocidad. Pausas: 1 min.

• 12-16 x 50 m con distintos métodos y a velocidad del 90-100%. Pausas entre cada tramo: 45-60 seg.

• Nadar los tramos de 10-15 m ejecutando la salida a la máxima velocidad. Pausas entre cada tramo: 30-45 seg.

• Ejecución de virajes a la máxima velocidad (5-7 m antes del lugar del viraje, y 5-7 m después). Pausas entre cada ejercicio: 30-45 seg.

• Nadar en el sitio (15-45 seg) estirando un amortiguador elástico. Intensidad: 90-100%; duración: 30-60 seg; pausas: 30-60 seg.

• Nadar en un hidrocanal a velocidad del 90-100%; duración: 30-60 seg; pausas: 45-90 seg.

• 8-10 x 25 m con la ayuda de los brazos o de las piernas; velocidad: 90-100%; pausas: 30-45 seg.

• 6-8 x 50 m con la ayuda de los brazos o de las piernas; velocidad: 95-100%; pausas: 45-90 seg.

• 1000 m de forma alternada (15 m a máxima velocidad; 35 m a velocidad media).

• 10 x 50 m a máxima velocidad en el régimen de 1 min; 3, 5, 8, 10 repeticiones a máxima velocidad.

• 12 x 100 m en régimen de 1 min 30 seg; 3, 6, 9, 12 repeticiones a máxima velocidad.

• 12 x 200 m en régimen de 2 min 45 seg; 3, 6, 9, 12 repeticiones a máxima velocidad.

Ciclismo

• 4-6 x 250-333,3 m (1 vuelta), desde lanzado (2ª zona) detrás de una motocicleta o «Derny», individualmente. Las pausas entre cada ejercicio: 5-6 min.

• 8-10 x 50-100 m desde lanzado (1ª zona), individualmente, en condiciones más fáciles (aceleraciones en bajada, en el sentido del viento, con relaciones de transmisión más bajas). Pausas entre los ejercicios: 6-8 min (ruta).

• 5-6 x 60-166,6 (0,25-0,5 círculos) (1ª zona): desde parado, utilizando relaciones de transmisión más bajas, individualmente. Pausas entre cada ejercicio: 8-12 min.

• 10-12 x 40-50 m con salida lenta (1ª zona), utilizando correlaciones de transmisión más altas, individualmente. Pausas entre los ejercicios: 3-4 min.

• 6-8 x 250-333,3 m desde parado (2ª zona), utilizando relaciones de transmisión más altas; individualmente. Pausas entre los ejercicios: 10-15 min.

• 8-12 x 100 m desde la posición de partida desde la posición de partida de marcha lenta, individualmente. Pausas entre cada ejercicio: 10-15 min.

• 8-10 x 100-200 m desde lanzado (zonas 1ª y 2ª), individualmente y haciendo hincapié en la segunda mitad del tramo. Pausas entre cada ejercicio: 6-8 min.

• 4-6 x 200-300 m desde parado (zonas 1ª y 2ª) con velocidad progresivamente ascendente siguiendo una motocicleta o «Derny», individualmente. Pausas entre los ejercicios: 5-6 min.

• 3-5 x 200-300 m desde la posición inicial de marcha (2ª zona) en bajada (pendiente de hasta un 5% o en dirección del viento, individualmente. Las pausas entre cada ejercicio: 8-10 min (carretera).

• 4-6 x 100-200 desde lanzado (zonas 1ª y 2ª), con ventaja en la distancia (10-15 m) de un corredor que va delante (handicap). Pausas entre cada ejercicio: 10-12 min.

• 4-6 x 125-166,6 (media vuelta) desde parado (1ª zona), con ventaja de la distancia (10-15 m) de un corredor que sale antes (handicap). Pausas entre los ejercicios: 5-6 min.

• 3-5 x 450-1000 m desde la posición inicial de marcha por un equipo de 3-5 corredores, con aceleraciones máximas alternas en la primera posición (zonas 1ª y 3ª) durante 150-200 m, con la consiguiente interrupción de la ejecución del ejercicio. El corredor que sale primero ocupa el último lugar del equipo en el ejercicio siguiente. Pausas entre los ejercicios: 10-12 min.

• 4-8 x 250-333,3 m (1 vuelta) desde parado (2ª zona), con ventaja de un corredor que corre ade-

---

(4) *El período de tiempo indicado incluye el invertido en la realización de la serie y el de la recuperación. Es decir, que el deportista efectúa la salida cada minuto y medio.*

lante (handicap). Pausas entre cada ejercicio: 10-12 min.

• 8-10 x 150 m desde la marcha lenta (1ª zona), individualmente, utilizando correlaciones de transmisión más elevadas. Pausas entre cada ejercicio: 5-6 min.

• 6-8 x 250-333,3 m (1 vuelta), desde la posición inicial de marcha (2ª zona), con ventaja en una distancia de 10-15 m de un corredor que corre adelante (handicap). Pausas entre cada ejercicio: 10-12 min.

• 4-5 x 100-150 m desde la posición inicial de marcha con un equipo de 4-5 corredores con aceleraciones máximas alternas para lograr la primera posición durante 150-300 m (zonas 1ª y 3ª), deteniendo luego la ejecución del ejercicio. El corredor que sale primero ocupa en el último ejercicio el último lugar del equipo. Pausas entre cada ejercicio: 8-10 min.

• 6-8 x 150-200 m desde la marcha, individualmente (1ª zona). Pausas entre los ejercicios. 5-6 min.

• 6-8 x 200-300 m desde la marcha (2ª zona), individualmente, utilizando correlaciones de transmisión más elevadas. Pausas entre los ejercicios: 8-10 min.

• 4-6 x 300 m desde la posición inicial de marcha, siguiendo una motocicleta o un «Derny» que va por delante a una velocidad de 60 km/hora (2ª zona). Pausas entre cada ejercicio: 8-10 min.

• 5-6 x 200 m desde la marcha, a velocidad máxima, individualmente, detrás de una motocicleta o un «Derny» (1ª zona). Pausas entre cada ejercicio: 8-10 min.

• 6-8 x 250-333,3 m (1 vuelta) desde la posición inicial de marcha (2ª zona), individualmente. Pausas entre los ejercicios: 10-12 min.

• 3-5 x 450-1500 m desde la marcha por un equipo de 3-5 corredores, con aceleraciones máximas consecutivas para lograr la primera posición durante 150-300 metros (zonas 1ª y 3ª), interrumpiendo luego el ejercicio. El corredor que sale el primero ocupa el último lugar del equipo en el ejercicio siguiente. Pausas entre cada ejercicio: 8-10 min.

• 4-6 x 125-166,6 (0,5 círculo) desde la marcha (1ª zona) con ventaja en la distancia (10-15 m) del corredor que corre delante (handicap). Pausas entre cada ejercicio: 6-8 min.

Carreras de carretera

• 2-3 x 150-300 m: imitación de la aceleración para llegar a la meta, individualmente o en grupo, desde la marcha, en llano o en bajada (pendiente de hasta un 5%), sin viento o en dirección del viento, a máxima velocidad (zonas 1ª y 2ª). Pausas entre cada ejercicio: 10-15 min.

• 3-6 x 450-1.200 m con un equipo de 3-4 corredores, desde la marcha, con aceleración alterna de cada corredor para lograr la primera posición durante 150-300 m en llano o en bajada (con una pendiente del 5%), sin viento o en dirección del viento, con velocidad máxima mientras se ejecuta la aceleración (zonas 1ª y 2ª). Pausas entre cada ejercicio: 10-15 min.

• 3-6 x 250-500 m desde la marcha, individualmente, detrás de un medio de transporte, intentando alcanzarlo al final de cada aceleración, en llano, a máxima velocidad durante el intento (zonas 1ª y 2ª). Pausas entre cada ejercicio: 6-10 min.

Patinaje artístico

• Deslizamiento hacia adelante (zancadas) en ocho con metrónomo, durante 3 min; con breves aceleraciones (3-5 seg).

• Zancadas hacia atrás formando un ocho durante 3 min siguiendo el compás del metrónomo. Los primeros 2 min se ejecutan los pasos con ritmo libre.

• Alternar los pasos de zancada hacia adelante ejecutados a ritmo lento (4 pasos) y a ritmo rápido (6 pasos) durante 2 min. Este ejercicio se puede ejecutar también dando los pasos hacia atrás. Para las parejas y los especialistas de danza, el ejercicio puede ejecutarse individual y conjuntamente, y en distintas posiciones de baile. Ejecutar el ejercicio 3-4 veces.

• Carreras con freno. Los pasos de carrera acelerados (5-7 pasos) hacia adelante se inician desde el sitio y se finalizan con una breve pausa (freno). Durante 2 min, es preciso ejecutar 13-15 carreras de este tipo.

• Ejecución de pasos incluyendo elementos de triples y de llaves de patinaje durante 2-3 min. La frecuencia de los pasos es libre.

• 12 combinaciones de pasos en línea recta u 8 combinaciones de pasos en círculo, o 6 combinaciones en espiral. Se ejecutan a ritmo rápido durante 2 min.

• Para perfeccionar los programas libres originales en patinaje individual y por parejas, se aplican los ejercicios siguientes: ejecución triple del primer, tercer, quinto y séptimo elementos del programa original (1-3-5-7) con acompañamiento musical. Se omiten los demás elementos. Luego se repiten del mismo modo los elementos segundo, cuarto, sexto y octavo (2-4-6-8).

• Ejecución de la versión de competición del programa original. 3-4 repeticiones.

• Ejecución de la versión de competición del programa libre. Es posible sustituir 2-3 elementos menos difíciles. Cantidad de repeticiones: 2-3.

• Cuatro ejecuciones de las danzas obligatorias: «kilian» (individual o por parejas), «Quickstep», «rumba», «pasodoble» con acompañamiento musical.

Voleibol

• Los jugadores se disponen por parejas paralelamente a la red y se desplazan a lo largo de las líneas laterales. Ejecutan entonces pases con el balón con ambos brazos hacia arriba.

• Carrera sobre 4 x 9 m en la cancha de voleibol.

• Caídas diversas imitando los pases del balón con uno y ambos brazos por abajo.

• El entrenador envía el balón de la zona 3 a las zonas 1 y 5. Un jugador que se encuentra en la zona 6 debe entonces aplicar una de las jugadas.

• Un grupo compuesto por 5-6 jugadores se desplazan en círculo. Ejecutan un pase con el balón por encima de sus cabezas, a 1,5-2 metros de altura y en el mismo lugar de la cancha.

• En dos lados de la cancha, en la zona del saque, se sitúan dos jugadores. Al mismo tiempo ejecutan un saque hacia la zona 5 y es imprescindible desplazarse hacia la zona 5 hacia el propio lado de la cancha y hacerse con el balón.

• El entrenador con un balón se sitúa en la zona 5. En la zona 6 se halla un jugador que ejecuta una jugada después de varios lanzamientos hacia distintas zonas.

• Un jugador se sitúa a 3-4 m de distancia de frente a la pared. Detrás de él, a 7-8 m de distancia, se sitúa un jugador que ejecuta un saque contra la misma. El jugador que se encuentra cerca de la pared debe recoger el balón que rebota.

Baloncesto

• Carrera sobre el terreno subiendo la cadera, con la máxima frecuencia de pasos, durante 30, 35 y 40 seg.

• Carrera subiendo la cadera, con la máxima frecuencia posible de pasos, venciendo la resistencia de un compañero que sujeta al deportista por detrás por los brazos.

• Aceleración hacia el centro de un círculo hacia un palo de gimnasia vertical al oír la señal del entrenador. El entrenador se halla en el centro y sostiene el palo vertical. Al mismo tiempo, suelta el palo. El deportista efectúa una aceleración y se hace con el palo sin permitir que caiga al suelo.

• Aceleración del jugador para hacerse con el balón desde una distancia de 3 m. Dos jugadores se pasan el balón.

• Un jugador en posesión del balón a 5 m de distancia del final efectúa una finta de lanzamiento; el defensa salta hacia arriba para bloquear el lanzamiento. El atacante penetra; el defensa hace una aceleración, intentando alcanzar al atacante.

• El jugador lanza el balón hacia adelante para poder alcanzarlo sin que toque el suelo. Se hace luego una aceleración de 5-7 m.

• El jugador dribla en zigzag por toda la cancha en un «pasillo» de 6 m de ancho. Un defensa que se encuentra a la distancia de un brazo estirado intenta adivinar la acción del atacante que está constantemente en el camino del jugador que lleva el balón.

• Trabajo de los brazos a máxima velocidad para bloquear el pase de un balón que el atacante «detiene» durante 5-10 seg.

• Bloqueo de un tiro del jugador que lo efectúa desde una distancia de 5-6 m. Los tiros se efectúan saltando y desde el sitio y con una pausa después de un corto dribling.

Balonmano

• Los jugadores se disponen por parejas al principio de las líneas laterales. Luego los jugadores se desplazan a lo largo de las líneas laterales y se pasan el balón. Vuelven al centro de la cancha (distancia de 4-5 m) y se pasan el balón saltando.

• Los jugadores por parejas se pasan el balón de distintos modos, aumentando y reduciendo la distancia entre sí.

• Los jugadores se desplazan por la cancha a una distancia de 6 m entre sí. El primer jugador tiene el balón. El jugador con el balón ejecuta acciones de distracción, imita un lanzamiento y pasa el balón con la mano a un compañero.

• Ejercicio por parejas. Cada pareja tiene un balón. Distancia entre los jugadores: 3-4 m. El jugador hace un pase a su compañero que, haciéndose con el balón, lo lanza hacia arriba (no más arriba de la cabeza). Cuando el balón toca el suelo, el primer jugador inicia un movimiento hacia el balón y, sin dejar que toque el suelo por segunda vez, lo intercepta.

• Jugadores por parejas, con un balón. Se desplazan corriendo por la cancha. El jugador que tiene el balón lo pasa a su compañero mientras ejecuta un giro de 360°. Tras ejecutar el giro, el jugador se hace con el balón.

• Los jugadores se sitúan por parejas. Cada

pareja tiene un balón. Los jugadores se desplazan por la cancha a una distancia de 4-5 m uno de otro. Después del primer pase, no varía la dirección del desplazamiento; después del segundo, se efectúa un desplazamiento cruzado, etc.

• Los jugadores se sitúan en dos hileras a 14 m de una de otra, frente a frente. Los jugadores del grupo A tienen el balón. Cada jugador pasa a su compañero de la hilera B con una aceleración hacia atrás hacia la línea lateral, la toca y vuelve a la posición inicial. Vuelve a recibir el balón de su compañero, etc.

• Ejercicio por parejas. Cada pareja tiene un balón. Los jugadores se colocan en la línea frontal, en las esquinas de la cancha. Moviéndose hacia el centro de la cancha, los jugadores se separan, efectuando pases entre sí. En el centro efectúan un desplazamiento cruzado y, prosiguiendo los pases, aumentan la distancia entre sí y corren hacia las esquinas contrarias de la cancha.

• Ejercicio por parejas. Cada pareja tiene un balón. El jugador sin balón se desplaza por la cancha. El jugador con el balón avanza tras él. El jugador sin balón se detiene de forma inesperada; el jugador con el balón se lo envía con un golpe contra la cancha entre las piernas del primero y aquél se hace con el balón y prosigue la ejecución del ejercicio.

• Ejercicios por parejas. Cada uno tiene un balón. La distancia es de 4-5 m. Los jugadores hacen un dribling, manteniendo esta distancia. En cualquier momento, uno de los jugadores pasa el balón a su compañero, y éste debe pasarle rápidamente su balón. Ambos jugadores prosiguen el dribling.

• Seis defensas contra siete atacantes. Los defensas tienen dos balones. Los atacantes atacan la puerta de los contrarios. Los defensas efectúan activamente sus funciones teniendo en cuenta el pronóstico de las direcciones más peligrosas del ataque.

• Los jugadores se sitúan en un cuadrado de 3 m de lado. Los cuatro jugadores tienen dos balones. Pase a máxima velocidad a cualquier compañero que no tenga el balón.

• Perfeccionamiento de las formas activas de defensa con la desventaja numérica.

• Los atacantes se sitúan a la derecha de la portería. El atacante pasa el balón al portero, acelera hacia la portería contraria, recibe el balón del portero y efectúa un tiro a puerta.

• Ejercicio por tríos. Cada trío tiene un balón. El jugador que tiene el balón se lo pasa al portero, y todos hacen una aceleración hacia la portería contraria. El portero se hace con el balón y lo pasa rápidamente a uno de los tres atacantes que a su vez ejecuta un tiro a puerta.

• El atacante, en la esquina de la cancha, pasa el balón al portero e intenta llegar a la portería contraria. Tras recibir el balón del portero, efectúa acciones de distracción, imita un lanzamiento y pasa al portero, tras lo cual se da la vuelta, acelera hacia la portería contraria, recibe un pase del portero y lanza a puerta.

Fútbol

• Carrera con palmadas en las piernas, subiendo mucho la cadera.

• Carrera en 15-30 m desde la marcha, empezando el movimiento de cara, de lado, de espaldas, con giros alrededor del eje vertical respecto al movimiento.

• Carrera desde la marcha en bajada (3-5°) Correr 10-15 m, correr en bajada 10-15 m y volver por los 10-15 m.

• En la posición de suspensión sobre los antebrazos en las paralelas, efectuar el máximo número de movimientos de carrera con las piernas.

• Carrera alterna en las distancias de 100-150 m: 15-20 m a plena velocidad, 10-15 m libres, 15-20 m con plena fuerza y de nuevo 10-15 m libres, etc.

• Dribling con el balón a máxima velocidad sobre una distancia de 30-40 m.

• Dribling evitando los palos en una distancia de 50-60 m (3-4 palos).

• Aceleración en un tramo de 10-15 m; al final de la carrera, sin disminuir la velocidad, saltar hacia arriba y detenerse.

• Aceleración sobre una distancia de 10-15 m; al final detenerse en el sitio.

• Aceleración sobre 15 m evitando los palos de 1,5 m de altura y situados a 2-2,5 m de distancia.

• Repetir los movimientos de un compañero que efectúa una carrera de intensidad máxima cambiando la dirección.

• Carrera en línea recta con un brusco cambio de la dirección al oír la señal del entrenador.

• Aceleración en 5-7 m desde la posición de pie (de cara, de lado, de espaldas) en dirección al movimiento.

• Aceleración en 5-7 m desde la posición sentada (de cara, de espaldas, desde el lado derecho e izquierdo) en dirección al movimiento.

• Aceleración en 5-7 m desde la posición de bruces o estirada de espaldas.

• Aceleración en 5-7 m después de un salto hacia arriba (después de un salto con un giro de 180°).

• Voltereta hacia adelante y tiro a puerta (pasa desde la derecha y la izquierda).

• Salto por encima de un valla de 40-50 cm de altura, pase desde la izquierda o la derecha y tiro a puerta.

Gimnasia rítmica

• Saltos sobre dos pies, sin doblar las rodillas, haciendo girar la cuerda rápidamente. Ejecutar la máxima cantidad de saltos en 30-60 seg.

• Lanzamiento de la pelota, ejecutar dos voltiretas y recepción de la pelota. Ejecutar en series durante 30-40 seg. Intervalo de descanso: 2-3 min.

• De pie, con apoyo lateral izquierdo, ejecutar un «grand battement» hacia adelante con la pierna derecha. Máxima cantidad en 30 seg. Lo mismo, con apoyo lateral derecho.

• Onda por delante con la cinta en la mano derecha, caída sobre la pierna derecha, caída sobre la izquierda, onda hacia el otro lado. Tiempo: 30 seg (contar el número de curvaturas).

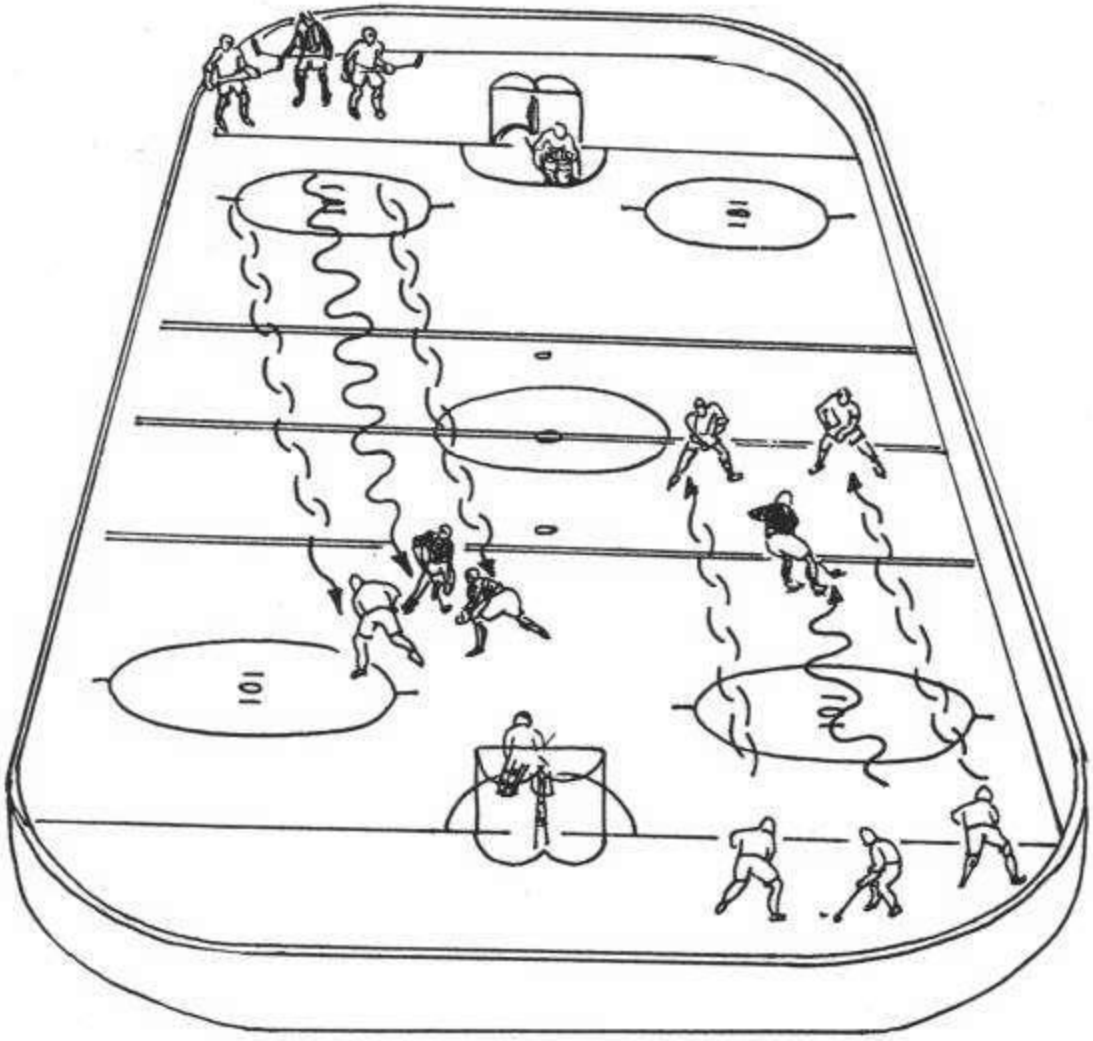
• Lanzamiento del aro, dos giros, voltereta, recogerlo, y repetir durante 1 min.

• Carrera hacia adelante, molinos con los mazas con una mano. Ejecutar el ejercicio durante 1 min.

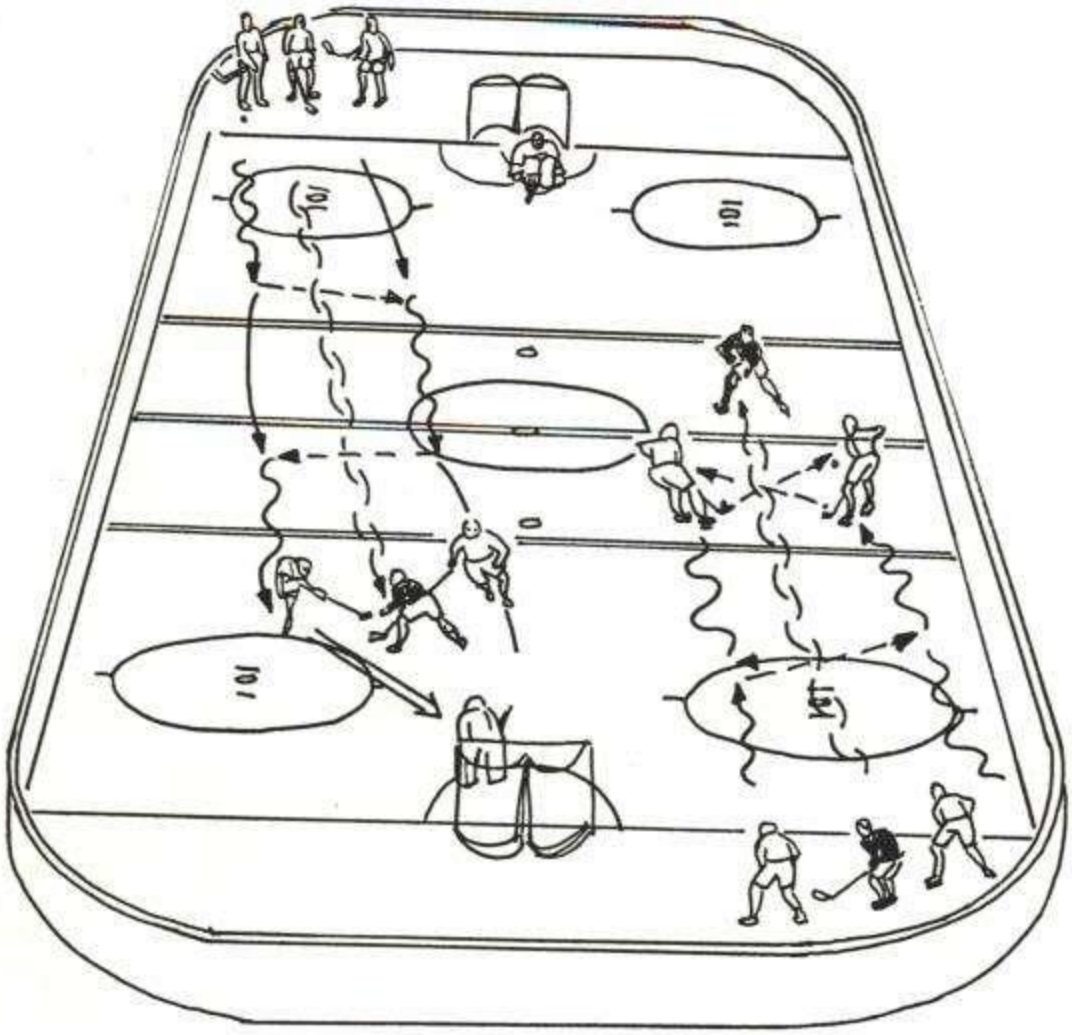
• Sostener la cuerda por las dos extremidades, rotación horizontal respecto al suelo. Saltos sobre los dos pies hacia adelante por encima de la cuerda durante 1 min.

Hockey

Ejercicios de preparación especial para desarrollar la velocidad de los jugadores



Ilustr.54(4). *Los jugadores se distribuyen de tres en tres junto a la portería, en ángulos contrarios de la cancha. El jugador que tiene el tejo finta a dos defensas de los tres mientras que va deslizando a lo largo de la pista, finalizando el ataque mediante un lanzamiento a puerta.*



Ilustr. 54(5). *Los jugadores se distribuyen de tres en tres junto a la portería, en ángulos contrarios de la cancha. Dos jugadores en posesión del tejo fintan al tercer jugador (defensa) mientras se deslizan a lo largo de la cancha y lanzan a puerta.*
Los delanteros pasan inmediatamente dos tejos. El defensa se defiende sin stick, intentando detener a uno de los atacantes con el tronco o tomando el tejo con los patines. (Kochani y Gorski, 1984).

CAPÍTULO VI

La coordinación y el método para perfeccionarla

Entre los factores que determinan el nivel de coordinación del deportista, es indispensable destacar la percepción polifacética y el análisis de los propios movimientos, la presencia de modelos de las características dinámicas, temporales y espaciales de los movimientos del propio cuerpo, la comprensión de la actividad motora, la formación de un plano y de un método concreto para ejecutar el movimiento (Bernshtein, 1966; Puni, 1980). Dichos componentes permiten lograr una impulsión eferente eficaz de los grupos musculares que hay que incorporar al movimiento desde el punto de vista de la coordinación.

No menos importante es el control operativo de las características de los movimientos ejecutados. En este mecanismo un importante papel corresponde a la exactitud de los impulsos aferentes que llegan desde los receptores de los músculos, tendones, ligamentos, cartílagos articulares, así como de los analizadores visual y vestibular, la eficacia de su elaboración por el sistema nervioso central, la exactitud de los impulsos eferentes que aseguran la calidad de los movimientos ejecutados.

Al analizar la sensibilidad muscular y articular como principal factor para la eficacia de la impulsión aferente, cabe destacar el carácter selectivo de su formación en estricta relación con el carácter específico de la modalidad deportiva, con el arsenal técnico de un deportista concreto. Por ello, al planificar el desarrollo de la sensibilidad muscular y articular, es indispensable basarse en la variedad de ejercicios, de sus características dinámicas y espaciotemporales y en la necesidad de incorporar articulaciones concretas.

Entre los factores más importantes que determinan el nivel de coordinación figura la llamada memoria motora, propiedad del sistema nervioso central de recordar los movimientos y de reproducirlos en caso de necesidad (Bernshtein, 1966). La memoria motora de los deportistas de alto nivel, y en particular la de los especialistas de deportes de coordinación compleja, de combate individual y de juegos deportivos, contiene numerosos hábitos. Ello permite demostrar un alto nivel de coordinación en las condiciones más variadas, para asimilar nuevos movimientos, reproducir los movimientos más eficaces cuando hay poco tiempo, poco espacio, en estado de fatiga, bajo las acciones de los rivales, cuando es necesario improvisar en situaciones inesperadas, etc. La presencia de disposiciones eficaces en la memoria motora presupone acciones motoras rápidas y eficaces cuando el sistema nervioso central no tiene tiempo de elaborar la información que le llega de los receptores.

Un importante factor que determina el nivel de coordinación es una coordinación intra e intermuscular eficaz. La capacidad de activar la cantidad indispensable de unidades motoras, de lograr una interacción óptima de los músculos sinérgicos y antagonistas, asegurando una rápida transición de la tensión muscular a su relajación son inherentes a los deportistas de élite que se distinguen por un alto nivel de coordinación.

Para incrementar el nivel de coordinación, es muy importante la adaptación de la actividad de los distintos analizadores según las particularidades específicas de una modalidad deportiva. El entrenamiento mejora las funciones de numerosos analizadores. Ello se traduce, por ejemplo, por una disminución de los umbrales de sensibilidad propioceptiva. En los halterófilos y en los boxeadores se observa una importante sensibilidad del analizador motor en movimientos del codo y del hombro. El perfeccionamiento de las funciones del aparato visual (mejora del campo visual; mejora del equilibrio de los músculos oculares y de la visión

profunda) aparece en los deportistas de los juegos de equipo. Las funciones del sistema sensorial vestibular mejoran con el entrenamiento con ejercicios de gimnasia, con la natación, etc.

En algunos casos, se produce también una disminución de la sensibilidad. Por ejemplo, en los boxeadores disminuye la sensibilidad volitiva y táctil en las zonas del cuerpo que suelen recibir mayor cantidad de golpes.

La coordinación es el fundamento de la actividad de los deportistas en situaciones inesperadas y muy variables. Anticipar la correlación de la distancia con los compañeros y los contrincantes, pasar de unas acciones a otras, elegir el momento para iniciar las acciones son las capacidades especializadas más frecuentes de los deportistas.

Para desarrollar las capacidades especializadas, se requieren las exigencias siguientes:

1. diferenciar y anticipar los componentes espaciotemporales de la situaciones de competición;
2. elegir el momento para iniciar los movimientos para lograr anticiparse al contrincante o actuar con un compañero del propio equipo;
3. determinar la dirección, la amplitud, las características de velocidad, la profundidad y el ritmo de las propias acciones, del rival y de los compañeros.

Todo ello se realiza mediante ejercicios para variar la rapidez, el ritmo, la amplitud, los parámetros temporales de las interacciones con los rivales (o con los compañeros).

La coordinación específica está desarrollada de forma desigual, incluso en los deportistas de alto nivel. Cada deportista tiene aspectos más fuertes y más débiles, y los primeros pueden compensar los segundos.

Analizaremos las variantes más típicas de compensaciones:

1. insuficiencias en la atención se compensan por la rapidez de las reacciones motoras y de las operaciones racionales, por la exactitud de las diferenciaciones musculares y motoras, etc.;
2. las insuficiencias del razonamiento táctico se compensan con la rapidez de las reacciones motoras, el sentido del tiempo, de la distancia, del momento, etc.;
3. las insuficiencias para conectar la atención se compensan con la rapidez de las reacciones motoras, la capacidad de pronosticar los cambios de situaciones, el sentido del tiempo, etc.;
4. la velocidad insuficiente de las reacciones motoras se compensa con la capacidad de pronosticar, el sentido de la distancia, el sentido del tiempo, la estabilidad de la atención, el razonamiento táctico, etc.;
5. la exactitud insuficiente de las diferenciaciones motoras se compensa con la atención, la rapidez de las reacciones motoras, el sentido del tiempo, etc. (Keller, 1987).

La coordinación es una capacidad muy variada y específica para cada deporte. Sin embargo, es posible diferenciar distintos aspectos según las particularidades, los criterios de evaluación y los factores que los determinan. A partir de los resultados de investigaciones especiales (Zimkin, 1975; Farfel; Guzhalovski, 1986; Ter-Ovanesian, 1986; Liaj, 1991), podemos destacar los siguientes tipos de coordinación, relativamente independientes entre sí.

1. capacidad de valorar y regular los parámetros dinámicos y espaciotemporales de los movimientos;
2. capacidad de mantener una posición (equilibrio);
3. sentido del ritmo;
4. capacidad de relajar voluntariamente los músculos;
5. coordinación de los movimientos.

Todos los tipos de coordinación enumerados no se manifiestan en el entrenamiento y en la actividad competitiva en estado puro, sino en compleja interacción. En situaciones concretas, algunas capacidades desempeñan el papel más importante y las otras un papel auxiliar, y viceversa. Esto es particularmente evidente en gimnasia artística, acrobacia, juegos deportivos, esquí, es decir, en aquellas modalidades donde el resultado depende precisamente de la capacidad de coordinación.

Cada deporte no sólo plantea distintas exigencias de coordinación en general, sino que también presupone la necesidad de manifestar cada tipo de coordinación de forma aislada. Por ejemplo, en halterofilia y en lanzamiento de martillo el papel más importante corresponde a la capacidad de mantener el equilibrio y al sentido del ritmo; en natación, remo, ciclismo (carreras de persecución), corresponde a la capacidad de valorar y regular los parámetros espaciotemporales y dinámicos de los movimientos, y al sentido del ritmo; en los distintos tipos de lucha, a la capacidad de mantener el equilibrio, la capacidad de modificar los movimientos y la capacidad de orientarse en el espacio.

Analizaremos los factores fundamentales que determinan el nivel de desarrollo de los principales tipos de coordinación, y los principales puntos de la metodología para su perfeccionamiento.

CAPACIDAD DE EVALUAR Y REGULAR LOS PARÁMETROS ESPACIOTEMPORALES DE LOS MOVIMIENTOS

Las mejores marcas corresponden a deportistas que poseen un alto nivel de posibilidades sensoperceptivas, lo cual se traduce por la perfección de las percepciones especializadas como el sentido del agua, el hielo, la nieve, la pista, el balón, la distancia, el adversario y el compañero de equipo.

La capacidad de regular los más diversos parámetros de los movimientos depende de la exactitud de las sensaciones y percepciones motoras.

Los deportistas de alto nivel suelen tener capacidades sorprendentes para evaluar y regular los parámetros espaciotemporales y dinámicos de los movimientos. Por ejemplo, los nadadores pueden cubrir tramos de 100 m en un tiempo determinado (por ejemplo, 54,0 seg, 56,0 seg, 58,0 seg, 60,0 seg, 62,0 seg, etc.), con errores que no superan los 0,2-0,3 seg. Los jugadores de baloncesto o los boxeadores saben regular la fuerza de sus tiros o golpes; son capaces de evaluar la distancia y el tiempo.

El método para perfeccionar la capacidad de evaluar y regular los movimientos debe basarse en una elección de los medios de entrenamiento que cumpla las altas exigencias de la actividad de los analizadores en relación a la exactitud de los parámetros espaciotemporales y dinámicos de los movimientos.

Resulta útil aplicar ejercicios haciendo hincapié en la exactitud de su ejecución según los parámetros de tiempo, esfuerzo, ritmo y espacio.

Se suelen utilizar ejercicios que implican altas exigencias al sentido muscular, limitando el control visual o auditivo de las acciones motoras. Estos ejercicios se aplican ampliamente en natación, lucha, y en menor grado en juegos deportivos, gimnasia artística y acrobacia.

Es oportuno actuar sobre uno de los analizadores para formar el sentido del ritmo. Para ello, se utiliza, por ejemplo, en las carreras atléticas o en natación señales acústicas o luminosas que permiten lograr el ritmo óptimo de los movimientos cíclicos.

Para perfeccionar las capacidades basadas en la sensibilidad propioceptiva, desempeñan un importante papel los ejercicios para aumentar la precisión de las percepciones musculares y motoras. Por ejemplo, para aumentar el «sentido del balón» para los tiros, lanzamientos o pases, se utilizan balones de distinto volumen y peso; para aumentar el sentido del aparato se utilizan pesos y jabalinas de varias dimensiones y con distintas propiedades de resorte, etc. (Liaj, 1989).

Un importante elemento para aumentar la capacidad de evaluar y regular los parámetros dinámicos y espaciotemporales de los movimientos es la gran diversificación de las características de la carga (carácter de los ejercicios, intensidad del trabajo, duración, régimen del trabajo y del descanso) durante la ejecución de los ejercicios. Asimismo hay que prestar atención a las sobrecargas que se aplican en los ejercicios para aumentar la coordinación. Cabe recordar que el sistema de regulación de los movimientos incluye una información sensorial que procede del aparato articular y muscular y que refleja las características dinámicas y cinemáticas de los movimientos. Las oscilaciones de las sobrecargas, sobre todo cuando son casi extremas, activan el funcionamiento del sistema sensorial, hacen disminuir los umbrales de la sensibilidad articular y muscular y mejoran la capacidad de diferenciar las señales aferentes. Ello contribuye a mejorar la síntesis sensorial, aumenta la exactitud de la dosificación, la formación de un modelo cinestético de la acción motora. Una técnica eficaz para los modelos cinestésicos de los movimientos (elemento imprescindible para la coordinación de los deportistas) es la activación de la función de uno de los analizadores mediante la desconexión artificial de los demás (Verjoshanski, 1988). Por ejemplo, la desconexión del analizador visual (ejecutar ejercicios de coordinación compleja con los ojos cerrados) activa la función de la sensibilidad propioceptiva y permite aumentar la eficacia de la regulación de los parámetros espaciotemporales y dinámicos de los movimientos.

LA CAPACIDAD DE MANTENER EL EQUILIBRIO

El equilibrio puede manifestarse tanto en condiciones estáticas con o sin apoyo, como en condiciones dinámicas.

Las exigencias que se plantean en el equilibrio son típicas de deportes como la gimnasia y la acrobacia, distintos tipos de lucha, juegos deportivos (como por ejemplo el hockey sobre hielo), esquí (slalom, descenso, free-style, saltos), saltos de trampolín. El equilibrio se manifiesta en las posiciones corporales más variadas, en condiciones estáticas y dinámicas, con y sin apoyo.

En otras modalidades, las manifestaciones de equilibrio son menos variadas, pero desempeñan

un papel importante para lograr resultados. Basta analizar el arsenal de acciones motoras en halterofilia, lanzamientos de atletismo, saltos, ciclismo, esquí, remo, natación. Cada uno de dichos deportes plantea sus propias exigencias de equilibrio y exige una metodología correspondiente para perfeccionar dicha capacidad.

Cuando se habla de los factores que determinan el equilibrio, se constata en todos los casos una movilización conjunta de las posibilidades de los sistemas visual, auditivo, vestibular y somatosensorial. Una situación concreta del entrenamiento o de la competición que implique mantener el equilibrio depende del nivel de unos u otros sistemas. La mayoría de las veces se trata del sistema somatosensorial (ante todo, su componente propioceptivo) y vestibular.

Cabe distinguir dos mecanismos para mantener el equilibrio. El primero se manifiesta cuando la principal cuestión motora es mantener el equilibrio. En este caso, se trata del resultado de un mecanismo regulador que actúa mediante correcciones constantes. La eliminación de las pequeñas alteraciones del equilibrio se realiza mediante una tensión refleja de los músculos y de las más importantes, con un rápido desplazamiento reflejo hacia la zona estable de apoyo. El segundo mecanismo se realiza cuando las reacciones forman parte del movimiento de coordinación compleja y cada reacción no presenta carácter reflejo, sino de anticipación, y es una parte del programa motor de las acciones (Bernshtein, 1967; Verjoshanski, 1988). Para realizar ambos mecanismos, el papel fundamental recae en la transformación de la impulsión aferente que parte de los analizadores. Por otra parte, también es importante la propiocepción articular y muscular; la información suplementaria llega de los analizadores visual y vestibular.

El sistema del mantenimiento del equilibrio es un conjunto de subsistemas con relativa autonomía. Cada subsistema intenta minimizar la interacción motora con otros subsistemas. El sistema nervioso central establece reglas generales para los subsistemas. En realidad, la cantidad de posiciones corporales que puede adoptar el deportista es tan grande que no es conveniente trabajar todas las posiciones posibles. Los deportistas resuelven las cuestiones de la estructura del movimiento y elaboran nuevas combinaciones con sus métodos individuales.

Para resolver la cuestión del mantenimiento de equilibrios complejos, se produce una organización de los grados de libertad en bloques armónicamente regulados. El número real de parámetros que se corrigen y regulan es muy inferior al número de grados de libertad que se determina según la movilidad de las articulaciones (Gelfand, Tsetlin y Gurfinkel, 1966).

La capacidad de mantener el equilibro de forma estable depende asimismo de una serie de factores específicos de cada deporte. Por ejemplo, en descender tipos de lucha, la magnitud de la superficie de apoyo, de la acción mecánica por parte del adversario, la capacidad de crear un gran ángulo de estabilidad en la dirección adecuada, de variar la posición según la superficie de apoyo, de descender el centro de gravedad. En gimnasia y en esquí, es muy importante diferenciar los parámetros espaciotemporales de los movimientos, las características de la fuerza máxima y de la resistencia de fuerza de los músculos que soportan la carga fundamental, el equilibrio en las articulaciones sin alterar la posición de todo el cuerpo. En tiro es muy importante estabilizar la posición de las rodillas, los huesos ilíacos y los pies, del tronco y de los brazos. También son determinantes las condiciones del medio externo: la pista en esquí y ciclismo, el estado de la superficie del agua y del viento en vela; la técnica y la táctica de los adversarios en lucha, juegos deportivos (con una gran acción de fuerza).

Cabe tener en cuenta que los mecanismos de regulación de la posición no varían bajo la acción de factores de misma índole. Por ello, existe una transferencia positiva de la capacidad de mantener el equilibrio a su mantenimiento en condiciones semejantes (por ejemplo, equilibrio sobre uno o ambos pies). Sin embargo, ello se refiere a ejercicios de idéntica base biomecánica. Si las condiciones son distintas (por ejemplo, los ejercicios de gimnasia y la lucha de pie como posición de partida), no se observa prácticamente relación alguna.

A cada desviación del cuerpo de la posición óptima debe corresponder un esfuerzo de recuperación del deportista. Suele surgir además una «hipercompensación» (Donskoi, 1971) cuando la proyección del centro global de masa se desvía por inercia de la mejor posición. En este caso, surgen movimientos de respuesta para reequilibrar. Es evidente que, cuanto menos amplitud tengan los movimientos de reequilibrio, mejor será la calidad de ejecución del ejercicio deportivo.

Gurfinkel, Kotz y Shik (1965) demostraron que la estabilidad estático-dinámica se caracteriza por índices de amplitud, de frecuencia de las oscilaciones, del tiempo de fijación de la situación del cuerpo y su corrección. Por ejemplo, conforme aumenta el nivel técnico, la amplitud de las oscilaciones del cuerpo disminuye; aumenta la fre-

cuencia de las correcciones y el tiempo de mantenimiento de los equilibrios complejos. Un alto nivel de regulación se caracteriza por la combinación de una pequeña amplitud y la frecuencia de oscilaciones, del tiempo de fijación de la posición del cuerpo. En acrobacia, por ejemplo, la amplitud de las oscilaciones del cuerpo disminuye, aumenta la frecuencia de las correcciones (Boloban, 1990).

Los factores mencionados ayudan al entrenador a determinar un programa óptimo para perfeccionar la capacidad de mantener la posición o el equilibrio, tanto en condiciones de competición como de entrenamiento.

Para perfeccionar la coordinación, al igual que en otros casos semejantes, es posible destacar la finalidad básica y la finalidad especial. La básica presupone la utilización de varios grupos relativamente independientes de acciones motoras:

1. mantenimiento del equilibrio sobre una pierna con distintas posiciones y movimientos de los brazos, del tronco y de la pierna libre;
2. vertical y «pino» con distintas posiciones y movimientos de las piernas;
3. diversos giros bruscos, flexiones y rotaciones de la cabeza, sobre una pierna o sobre ambas, con distintas posiciones y movimientos de los brazos, del tronco y de la pierna libre;
4. diversas rotaciones del tronco, con apoyo sobre una o dos piernas:
5. diversos movimientos sobre un apoyo limitado (barra de equilibrio, cable de acrobacia, etc.);
6. ejecución de ejercicios (al oír la señal) cambiando el carácter de los movimientos o deteniendo bruscamente los mismos (en una posición determinada);
7. ejecución de diversas acciones motoras con los ojos cerrados (Ter-Ovanesian y Ter-Ovanesian, 1988).

Por otra parte, es recomendable variar a menudo las condiciones externas: aplicar sobrecargas, crear condiciones para alterar el equilibrio, ejecutar ejercicios en condiciones de fatiga progresiva, etc.

EL SENTIDO DEL RITMO

El sentido del ritmo entendido como la capacidad de variar y reproducir los parámetros de fuerza-velocidad y espaciotemporales de los movimientos predetermina en gran parte el nivel en cualquier deporte.

Sin embargo, este sentido ocupa un importante lugar en deportes que se distinguen por una estructura compleja y previamente determinada (gimnasia artística, acrobacia, saltos de atletismo y lanzamientos, saltos de trampolín, etc.). En estas modalidades las mínimas desviaciones respecto a un ritmo determinado, pueden reflejarse sustancialmente en el rendimiento (aceleración, exactitud de los esfuerzos aplicados, alternancia de tensión y relajación muscular).

El ritmo de los movimientos se debe ante todo a la eficacia de la actividad del sistema somatosensorial (sensibilidad táctil y propioceptiva), en estricta unión con los analizadores visual y auditivo.

El carácter específico del sentido del ritmo, es decir, su interacción limitada con la técnica de ejecución de movimientos concretos presupone un conjunto de medios para perfeccionar un aspecto de la coordinación que caracteriza un deporte concreto.

Al elegir los ejercicios, cabe prestar especial atención al orden racional de los distintos elementos de los movimientos en toda la variedad de sus características dinámicas y cinemáticas. En el entrenamiento de los deportistas, cabe hacer hincapié no sólo en el desplazamiento de las distintas partes del cuerpo, sino también en el orden y la magnitud de los esfuerzos desarrollados, y, por otra parte, en la alternancia de la tensión de unos músculos o grupos musculares con la tensión de otros.

En las etapas iniciales del trabajo para perfeccionar el ritmo, es preciso basarse en ejercicios simples y dividir las acciones motoras complejas en elementos aislados. La atención del deportista puede concentrarse en la percepción compleja, en el análisis y la corrección de distintas características de los movimientos (por ejemplo, la velocidad, la aceleración, el orden y la magnitud de los esfuerzos desarrollados, etc.), así como en el perfeccionamiento de cada parámetro (por ejemplo, la transición a una rápida relajación de un grupo muscular después de una contracción).

La utilización de todo tipo de señales visuales y auditivas contribuye al perfeccionamiento del sentido del ritmo. Puede tratarse de señales sencillas (contar, palmadas) o complejas (acompañamiento musical de las actuaciones de patinaje artístico, sonido en natación, carreras o ciclismo para lograr una correlación biomecánica óptima de la estructura de las principales acciones motoras).

La eficacia de la formación del sentido del ritmo racional exige movilizar activamente los procesos psíquicos. Resulta eficaz un entrenamiento ideomotor que permite al deportista asimilar mejor el ritmo racional de los movimientos según los índices de dirección y velocidad de los esfuerzos desarrollados, de la coordinación intermuscular,

etc. Por otra parte, es preciso orientar al deportista hacia la producción mental exacta de las principales características de las acciones motoras, así como hacia la concentración de la atención para ejecutar los elementos concretos más importantes de los movimientos, y su orden racional.

LA CAPACIDAD DE ORIENTARSE EN EL ESPACIO

La capacidad de orientarse en el espacio depende de la capacidad del deportista de evaluar de forma operativa una situación en relación a los esfuerzos especiales y de reaccionar con acciones racionales que permiten ejecutar los ejercicios de entrenamiento o de competición de forma eficaz.

La orientación racional en el espacio se basa en una compleja actividad de los distintos analizadores que permite evaluar las condiciones para la ejecución de unas u otras acciones, elegir una acción motora racional para luego realizarla. Los sistemas visual y somático-sensorial desempeñan aquí el papel más importante. Tal como señalan Tzen y Pajomov (1985), se puede dividir a las personas en dos categorías según la orientación en el espacio: para unos, lo más importante son los orientadores visuales, para los demás, lo son las reacciones propioceptivas. Los primeros se basan en las representaciones visuales para ejecutar mentalmente las acciones; los segundos se basan en la memoria motora y en las sensaciones motoras imaginadas. Sin embargo, en el deporte de alto nivel, la orientación en el espacio siempre es el resultado de la actividad conjunta de los analizadores (en primer lugar del visual) y de la memoria motora (muscular) lo cual permite evaluar al instante la situación y realizar una acción motora eficaz.

Para perfeccionar la orientación en el espacio, es de vital importancia el entrenamiento de la atención voluntaria: la capacidad de distinguir los estímulos que son más importantes para orientarse en una situación concreta. La capacidad de abarcar en el campo visual una gran cantidad de estímulos importantes depende en gran parte del volumen de atención. También es importante la capacidad de trasladar la atención de un estímulo a otro, de variar el volumen de atención, lo cual refleja su movilidad.

Cuando es preciso concentrar la atención en los estímulos más importantes, cabe recordar que existen dos tipos de concentración: tensa y relajada. La tensa implica concentrar la atención con un esfuerzo psíquico constante, con una alteración de la respiración y una tensión de los músculos mímicos. Dicho tipo de concentración es típico de los deportistas de bajo nivel. El tipo relajado de concentración, por el contrario, conlleva un comportamiento tranquilo, una impermeabilidad hacia los estímulos externos, una expresión natural, suave y estable en el rostro. Dicho tipo de concentración es precisamente el que permite que las señales de los analizadores lleguen a la conciencia con mayor facilidad, que se reelaboren más deprisa y que se conviertan en acciones motoras eficaces (Tzen y Pajomov, 1985).

Cabe decir que el volumen de atención, su movilidad y la capacidad de concentración pueden ser ampliados con ejercicios especiales psicológicos. Es preciso tener en cuenta que cuanto más alto sea el nivel de preparación técnica y táctica, su experiencia en competición, su conocimiento de rivales y compañeros, su capacidad de regular el estado psíquico, de relajar los músculos que no trabajan, tanto más eficaces serán la atención y la capacidad de orientarse bien en el espacio.

Resultan muy eficaces diversos ejercicios para lograr una cierta actividad motora: recorrer una distancia con los ojos cerrados; lanzar a canasta, realizar saltos con giros; ejercicios en máquinas de musculación con control operativo de los resultados; correr o nadar ciertas distancias en un tiempo determinado, etc.

LA CAPACIDAD DE RELAJAR VOLUNTARIAMENTE LOS MÚSCULOS

La relajación muscular voluntaria es uno de los factores más importantes para ejecutar de forma eficaz los ejercicios de entrenamiento y de competición. Los distintos músculos y grupos musculares realizan distintas funciones. Unos ejecutan movimientos y vencen la resistencia mediante una tensión voluntaria. La actividad de los demás músculos pretende mantener una posición. Los músculos que no intervienen están relajados, lo cual crea condiciones para una mayor economía, libre y amplia de los movimientos. Se observa un cambio constante, durante la ejecución de los ejercicios, del grado de tensión y de relajación de los músculos y grupos musculares, una rápida alternancia de las composiciones más complejas de los regímenes de la actividad de los distintos músculos.

Todos los deportes pueden ser divididos en dos grandes grupos según el perfeccionamiento de las

capacidades para relajar los músculos de forma voluntaria.

El primer grupo abarca las acciones motoras donde está muy determinada la actividad competitiva: deportes cíclicos, halterofilia, gimnasia artística, lanzamientos y saltos de atletismo, etc. Su estructura racional crea las premisas necesarias para perfeccionar la capacidad de relajación voluntaria de los músculos, para sincronizar la actividad de músculos antagonistas y sinergistas respecto a elementos concretos de la actividad competitiva.

Otros deportes (juegos deportivos, luchas individuales, algunos deportes de coordinación compleja; vela, esquí, etc.), implican una gran variedad de acciones motoras, la necesidad de formar composiciones racionales de la actividad muscular en situaciones concretas de la competición y la imposibilidad de elaborarlas detalladamente en el entrenamiento, lo cual presupone también particularidades metodológicas para el perfeccionamiento de la capacidad de relajación muscular voluntaria.

Una tensión excesiva de músculos que no intervienen en el trabajo y que deben relajarse puede deberse a los factores siguientes;

1. biomecánicos, como resultado de la aparición de fuerzas reactivas durante la ejecución de acciones motoras complejas con gran amplitud y velocidad;
2. fisiológicos que se expresan por una tensión involuntaria debido a la irradiación de una excitación en el sistema nervioso central;
3. psicopedagógicos que se traducen por la forma de los movimientos debido a la complejidad del trabajo (tensión de coordinación), excitación emocional, y, en particular, deseo de ejecutar el movimiento movilizando al máximo las posibilidades funcionales, o debido a la debilidad muscular cuando el deportista intenta compensar dicha deficiencia con músculos que no guardan relación con la ejecución de un movimiento;
4. condiciones del medio en el que se ejecutan las acciones motoras (Ter-Ovanesian y Ter-Ovanesian, 1988).

Una de las causas de la aparición de la tensión muscular excesiva es la fatiga. Incluso al principio del estado de fatiga oculta, aumenta poco a poco la actividad eléctrica en los músculos que no intervienen en la ejecución del ejercicio como reacción de compensación debido a la disminución de las posibilidades funcionales de los músculos que soportan la carga fundamental. Cuando aparece la fatiga evidente, esta reacción se hace todavía más manifiesta; el deportista suele perder la capacidad de relajar voluntariamente los músculos, lo cual se refleja de forma negativa en la forma y en la estructura de los movimientos.

La tensión muscular excesiva influye negativamente en la actividad de entrenamiento y competición en distintos deportes. Disminuye sustancialmente la coordinación de los movimientos, disminuye su amplitud, limita la velocidad y la fuerza, y, por fin, provoca gastos energéticos excesivos, disminuyendo la resistencia y la economía del trabajo.

Para perfeccionar dicha relajación, se aplican ejercicios especiales que exigen cualquier relajación muscular, alternar relajación y tensión, y regular la tensión. En particular, son muy eficaces los ejercicios que exigen una transición gradual o brusca de la tensión a la relajación, ejercicios en los que la tensión de unos músculos se acompaña de la máxima relajación de otros (por ejemplo, la máxima tensión de los músculos del brazo derecho con total relajación del izquierdo, de los músculos del rostro, del hombro, etc.). La alternancia de las tensiones isométricas (1-3 seg) con la consiguiente relajación contribuye a perfeccionar la capacidad de relajación muscular.

En el sistema de la preparación deportiva, están muy divulgados los ejercicios en cuya ejecución el deportista introduce elementos de la relajación activa de los músculos que no participan en el trabajo (por ejemplo, levantar los brazos cuando se cubre una distancia larga para relajarlos seguidamente). Se pueden citar los ejercicios de inercia cuando se logra una velocidad determinada en atletismo, remo y natación; la máxima relajación lo más rápida posible de los músculos después de un movimiento que exige esfuerzos considerables: un lanzamiento de un balón medicinal o de una pesa después de distintas posiciones de partida (Liaj, 1989).

Se puede incrementar la eficacia de los ejercicios para aumentar dicha capacidad de relajación con las siguientes técnicas metodológicas:

1. formación de una estructura para relajar los músculos, pasando rápidamente de la tensión a la relajación;
2. máxima variedad en la ejecución de los ejercicios: distinta gama de intensidad, brusca variación de la intensidad del trabajo, aplicación de ejercicios de distinta duración;
3. ejecución de los ejercicios haciendo hincapié en la relajación de los músculos en distintos estados funcionales (estado estable, fatiga compensada, fatiga evidente);
4. control constante de la relajación de los músculos del rostro, que permite disminuir la tensión general muscular.

Entre los principales factores que determinan la capacidad de relajación muscular voluntaria destacaremos la eficacia de la regulación psíquica del trabajo muscular, la tolerancia al estres emocional, la tensión psíquica óptima durante las sesiones de entrenamiento.

En el deportista aparece progresivamente la capacidad de diferenciar con exactitud los esfuerzos de los grupos musculares durante la ejecución de distintos ejercicios, variando ampliamente su actividad. El control constante motor y mental de la magnitud de los esfuerzos desarrollados y del grado de actividad muscular hacen que el deportista empiece a recordar qué sensaciones se asocian en él con el distinto grado de actividad de los músculos hasta lograr su total relajación.

Cabe recordar que los ejercicios ejecutados con poca tensión psíquica contribuyen a aumentar la capacidad de relajación voluntaria de los músculos. Se trata de ejecutar ejercicios bien asimilados que no exijan grandes tensiones psíquicas. Si los ejercicios se realizan con un compañero, las acciones deben ser interrelacionadas y hay que evitar las acciones inesperadas. Es muy útil trabajar de forma independiente para controlar la técnica con control visual, o utilizando un espejo o una cámara de vídeo.

Sin embargo, cabe recordar que el deportista debe manifestar su capacidad de relajación muscular voluntaria en condiciones de estres emocional. Por ello, en el entrenamiento de los deportistas de alto nivel, es preciso realizar los ejercicios haciendo hincapié en la relajación muscular en condiciones más difíciles: señales esperadas, acciones imprevisibles de los compañeros, falta de tiempo y de espacio, ejecución de los ejercicios en condiciones de fatiga, utilización del método de competición.

Los entrenamientos ideomotor y autógeno son medios eficaces para la psicorregulación.

La utilización del entrenamiento ideomotor permite al deportista realizar numerosas representaciones mentales de las sensaciones musculares correspondientes a los diferentes niveles de tensión de los músculos y de su total relajación. Las representaciones mentales de los movimientos con un régimen racional de tensión y relajación musculares a partir de la información visual y cinestésica permiten por lo tanto formar un régimen óptimo de la actividad muscular en estricto acuerdo con la estructura dinámica, espaciotemporal y rítmica de las acciones motoras.

En el entrenamiento autógeno se utiliza en la práctica las fórmulas de autogestión para perfeccionar la regulación muscular. Dichas fórmulas son siempre útiles para preparar a los deportistas de alto nivel. Especialmente eficaz resulta una técnica según la cual la orden de total relajación de los músculos se hace inmediatamente después de la tensión obligatoria de los músculos imitando las principales técnicas de un deporte concreto.

EL NIVEL DE COORDINACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS

El nivel de coordinación de los movimientos es especialmente importante para lograr buenos resultados en los juegos deportivos, luchas individuales, deportes de coordinación compleja, es decir, en aquellas modalidades donde surge constantemente la necesidad de variar las acciones motoras sin dejar de mantener su interrelación y su orden oportunos.

El nivel de coordinación es también un factor para el éxito en las modalidades cíclicas. Por ejemplo, el desarrollo progresivo de la fatiga cuando se cubre la distancia de competición exige una adaptación constante de las características dinámicas y cinemáticas (ritmo de las brazadas, velocidad de movimiento de brazos y piernas, correlación entre las distintas fases del ciclo de los movimientos de brazos y piernas, esfuerzos desarrollados) a las posibilidades funcionales del organismo del nadador. Los nadadores que poseen un alto nivel de coordinación de los movimientos varían de forma muy natural los distintos parámetros técnicos, utilizan bien las posibilidades del sistema de suministro de energía, la fuerza, rapidez, resistencia para lograr una alta velocidad de desplazamiento. El alto nivel de coordinación de los ciclistas les permite, no sólo conjugar de forma armónica los parámetros de la técnica deportiva con el nivel de posibilidades del organismo, sino que también son capaces de transformar la estructura de los movimientos para resolver las cuestiones tácticas, lo cual es importante para las carreras de velocidad y de grupo en el velódromo y en la carrera de grupo de ciclismo de ruta.

El método de perfeccionamiento de la coordinación de los movimientos se basa en el perfeccionamiento técnico de los deportistas que utilizan un amplio círculo de ejercicios de preparación general, auxiliar y especial. También es importante que en el entrenamiento el perfeccionamiento técnico se combine estrechamente con la necesidad de resolver cuestiones tácticas concretas (sobre todo para los juegos deportivos y para los combates individuales), así como con el desarrollo de las distintas cualidades motoras.

El nivel de coordinación de los movimientos depende también de otras capacidades de coordinación y, en primer lugar, de la capacidad de regular los parámetros dinámicos y espaciotemporales de los movimientos. Un elevado nivel de dichas capacidades ejerce una influencia positiva en el aumento del nivel de coordinación.

Existe la opinión (Ter-Ovanesian y Ter-Ovanesian, 1988) según la cual el perfeccionamiento de la coordinación debe hacerse sin fatiga, cuando el deportista puede controlar mejor su actividad motora. Sin embargo, estas recomendaciones se justifican tan sólo para los jóvenes deportistas, en las etapas iniciales del perfeccionamiento deportivo. En cuanto a los deportistas de alto nivel, el método debe contemplar la ejecución de ejercicios de alta coordinación en los más diversos estados funcionales (desde el estado estable hasta las duras condiciones de la fatiga evidente) y con distintas condiciones del medio externo.

PUNTOS GENERALES DEL MÉTODO Y PRINCIPALES MÉTODOS PARA INCREMENTAR LA COORDINACIÓN

En las condiciones reales del entrenamiento y de la actividad competitiva, los distintos tipos de coordinación suelen manifestarse en estricta interacción y con otras cualidades motoras (velocidad, fuerza, resistencia, flexibilidad), así como con otros aspectos del nivel de preparación: técnico, táctico y psíquico.

Si el desarrollo de las cualidades físicas, el perfeccionamiento técnico, táctico o psicológico se realizan utilizando ejercicios de coordinación más o menos complejos, se perfeccionan paralelamente también los distintos tipos de coordinación. A su vez, el perfeccionamiento de la capacidad de relajación muscular voluntaria permite directa o indirectamente aumentar la economía del trabajo y la resistencia, mientras que el trabajo para mejorar el nivel de coordinación de los movimientos con todo el arsenal técnico y táctico aumenta la capacidad de orientación en el espacio (Nikiforov, 1982; Rabinovich, 1990).

Los elementos fundamentales de los métodos para perfeccionar los distintos tipos de coordinación han sido analizados en los capítulos anteriores. Por ello, expondremos más abajo algunos puntos del método, y describiremos los ejercicios más útiles para perfeccionar la coordinación, así como otros de carácter complejo utilizados en varios grupos de deportes: de fuerza-velocidad, cíclicos, de coordinación compleja, juegos deportivos, luchas individuales.

El entrenamiento ideomotor favorece el perfeccionamiento de la coordinación puesto que permite al deportista, mediante representaciones mentales y visuales, asimilar mejor las variantes técnicas y tácticas racionales de la ejecución de los movimientos, el régimen óptimo de trabajo del aparato muscular.

La realización práctica del entrenamiento ideomotor exige observar las técnicas que deben estar siempre en el campo visual del entrenador y del deportista. En primer lugar, la representación mental de los movimientos debe hacerse de acuerdo con las características de la técnica de las acciones. En segundo lugar, es indispensable concentrar la atención en la ejecución de elementos concretos de las acciones. Los deportistas de bajo nivel deben prestar atención a parámetros más generales; trayectorias y posiciones principales, ritmo de los movimientos, etc. Conforme aumenta el nivel, el entrenamiento ideomotor debe tender cada vez más al perfeccionamiento de las percepciones de los componentes más exactos de la actividad de los distintos grupos musculares, etc.

Un importante aspecto del entrenamiento ideomotor es la regulación psíquica de la coordinación intermuscular que se traduce por la formación de un régimen de trabajo de los músculos que ejecutan los movimientos fundamentales y de sus antagonistas. La capacidad de sincronizar la tensión de los músculos que trabajan, y de relajar al máximo los músculos antagonistas es un importante índice del nivel deportivo.

Para planificar el trabajo que mejore la coordinación, es preciso tener en cuenta los siguientes componentes de la carga: complejidad de los movimientos, intensidad del trabajo, duración de cada ejercicio, cantidad de repeticiones, duración y carácter de las pausas entre ejercicios.

Velocidad de los movimientos. Para perfeccionar la coordinación de los deportistas se aplican ejercicios de distinta complejidad: desde los relativamente sencillos que estimulan la actividad de los analizadores del aparato nervioso y muscular y que preparan el organismo para movimientos más complejos, hasta los ejercicios más difíciles que movilizan totalmente las posibilidades funcionales de los deportistas.

El proceso de perfeccionamiento de los distintos tipos de coordinación transcurre de un modo bastante efectivo cuando la complejidad de los movimientos oscila entre un 75 y un 90% del nivel

máximo, es decir, del nivel cuya superación no permite al deportista ejecutar el programa (mantener el equilibrio o el sentido del ritmo, orientarse en el espacio, etc.). Cuando los movimientos se ejecutan con un grado de dificultad tal que plantean tantas exigencias al organismo del deportista, pero no provocan a la vez la rápida fatiga de los analizadores y hacen disminuir la capacidad de los deportistas de realizar un trabajo eficaz, se logra una ejecución de un gran volumen de trabajo para perfeccionar la coordinación.

Los ejercicios del 40-60% y del 60-75% del máximo nivel son bastante eficaces para preparar a los jóvenes deportistas. Pueden aplicarse para los deportistas de alto nivel al principio de la temporada, durante el calentamiento en sesiones con pequeñas cargas de recuperación.

En el sistema de preparación de los deportistas de alto nivel ocupan un lugar determinado los ejercicios de complejidad casi extrema (90-95% del nivel máximo) y máxima. Sin embargo, el volumen de este trabajo debe ser relativamente bajo; 10-15% del global del trabajo de entrenamiento para aumentar la coordinación. Por otra parte, la mitad de dicho trabajo se ejecuta con ejercicios de preparación especial, y la otra mitad con ejercicios de competición.

En el volumen total del trabajo que estimula la coordinación de los deportistas de alto nivel, la correlación de los ejercicios de distinto grado de complejidad podría ser como sigue: ejercicios de poca complejidad, 5-10%; ejercicios de complejidad media, 30-40%; ejercicios de gran complejidad, 40-50%; ejercicios de complejidad extrema y casi extrema, 10-15%.

Intensidad del trabajo. La finalidad predominante de los ejercicios para perfeccionar la coordinación implica ejecutarlos a distinta intensidad. Sin embargo, existe una tendencia general en lo que se refiere a los ejercicios más variados que permite aumentar la coordinación: la aplicación de baja intensidad en las etapas iniciales del perfeccionamiento de una cualidad con acciones motoras concretas, aumento gradual de la intensidad conforme se van ampliando las posibilidades técnicas y tácticas del deportista y, por fin, utilización de una intensidad máxima y casi máxima cuando se trata de perfeccionar la coordinación y los resultados en competición.

Cabe siempre recordar que en los deportistas de alto nivel, el proceso de perfeccionamiento de la coordinación siempre transcurre de modo específico. Por ello, la intensidad del trabajo viene determinada en gran medida por la necesidad de resolver las cuestiones de la preparación especial del deportista en una modalidad concreta.

La capacidad de los jóvenes deportistas de relajar los músculos voluntariamente se perfecciona mejor con movimientos sencillos, sin tensión, haciendo hincapié en la relajación muscular, en cambio, el trabajo se estructura de otro modo para los deportistas de alto nivel. Por ejemplo, para preparar a los gimnastas, luchadores o lanzadores de alto nivel, la relajación de los músculos que no intervienen en el trabajo se hace ante todo durante los ejercicios de preparación especial y de competición, ejecutados con intensidad casi extrema y extrema.

Los jóvenes deportistas especialistas en juegos deportivos desarrollan la coordinación utilizando distintos relevos con y sin balón, lanzamientos de precisión, ejercicios sencillos con el balón en pareja o grupo, etc. Los ejercicios se llevan a cabo con poca intensidad, lo cual se debe a las posibilidades técnicas limitadas y al bajo nivel de preparación física.

En el deporte de alto nivel, la situación es totalmente distinta: un gran volumen de trabajo para la coordinación que se realiza en condiciones de falta de tiempo y de espacio, acción contraria de los adversarios de alto nivel, creación de situaciones inesperadas que exigen manifestar un alto nivel de coordinación.

Duración de cada ejercicio. En el perfeccionamiento de la coordinación de los deportistas, la duración del trabajo continuo en un ejercicio, serie o sesión puede oscilar en una amplia gama, lo cual depende de la finalidad que se plantea en cada caso. Si el conjunto de las acciones motoras y la intensidad del trabajo pueden ser estrictamente determinados (por ejemplo, mantener el equilibrio sobre una pierna, correr una distancia con obstáculos, saltar con giros de cierto número de grados, etc.), la duración del trabajo continuo suele ser de 10-20 seg. Durante este período de tiempo se logra un control altamente eficaz de la calidad del trabajo y de la regulación de la actividad muscular hasta que aparece la fatiga. Se puede planificar con bastante exactitud la duración del trabajo para los ejercicios de preparación especial y de competición en los deportes de fuerza-velocidad y cíclicos, en gimnasia artística, saltos de trampolín, donde la cantidad de acciones y su duración pueden ser planificadas de antemano. La duración del trabajo continuo puede oscilar desde las décimas de segundo hasta varios segundos (mortal en acrobacia, lanzamiento de martillo, salida de velocidad o de natación) hasta

varios minutos (distancias con ritmo controlado, con control de los esfuerzos desarrollados o del tiempo).

Cuando el perfeccionamiento de la coordinación se hace durante la actividad competitiva en las luchas individuales o en juegos deportivos, es imposible planificar de antemano la duración del trabajo para cada ejercicio (al igual que el carácter de los ejercicios y la intensidad del trabajo) y suele oscilar entre décimas de segundo y varios segundos.

La duración del trabajo depende de la finalidad planteada y de la necesidad de realizar un trabajo eficiente, hasta la aparición de la fatiga. Si el ejercicio debe permitir asimilar un movimiento complejo, ésta no será grande. Cuando se desarrolla la capacidad de demostrar un alto nivel de coordinación en condiciones de fatiga como en las competiciones, la duración del trabajo puede ser algo mayor.

Cantidad de repeticiones de un ejercicio (serie, sesión). El perfeccionamiento de la coordinación utiliza una gran variedad de acciones motoras en trabajos de distinta duración e intensidad. Algunos pueden ser repetidos varias veces. Algunos son el resultado de una reacción a una situación inesperada y es imposible reproducirlos en estado puro. Todos estos factores pueden influir en la cantidad de repeticiones de un ejercicio o de una serie.

Con un trabajo breve en cada ejercicio (hasta 5 seg), la cantidad de repeticiones puede ser bastante grande: desde 6 hasta 10-12. Con trabajos más largos, la cantidad de repeticiones disminuye proporcionalmente y no puede superar las 2-3. En este caso, se logra mantener una alta actividad de los deportistas y su interés por un trabajo concreto, consiguiendo así una acción bastante grande en los sistemas funcionales del organismo y en los mecanismos que soportan la carga fundamental al demostrar un tipo concreto de coordinación.

Si surge la necesidad de perfeccionar la coordinación en condiciones de fatiga, la cantidad de repeticiones de los ejercicios suele aumentar: hasta 12-15 (ejercicios breves) y hasta 4-5 cuando son más largos.

La cantidad de repeticiones viene asimismo determinada por el programa de la sesión de entrenamiento y por sus finalidades concretas. Cuando se *perfeccionan los distintos tipos de coordinación* conjuntamente, la cantidad de repeticiones de cada ejercicio no suele ser grande (no más de 2-3). Cuando se hace un perfeccionamiento más profundo de uno de los tipos de coordinación, la cantidad de repeticiones puede aumentar 3-5 veces.

Duración y carácter de las pausas entre cada ejercicio. Las pausas entre cada ejercicio suelen ser bastante largas: desde 1 hasta 2-3 min y deben permitir recuperar la capacidad de trabajo. En algunos casos, cuando hay que ejecutar el trabajo en condiciones de fatiga, las pausas pueden ser más cortas (a veces hasta 10-15 seg), lo cual permite ejecutar el trabajo en condiciones de fatiga progresiva.

Los ejercicios pueden ser activos y pasivos según el carácter del descanso entre cada ejercicio. En el caso del descanso activo, las pausas se utilizan para hacer trabajo de poca intensidad, para estirar y relajar los músculos. A veces se utiliza el masaje y el automasaje, las acciones ideomotoras y autógenas.

EJERCICIOS PARA DESARROLLAR LA COORDINACIÓN

En el presente apartado presentaremos los ejercicios para perfeccionar la coordinación. Los ejercicios se dividen en dos grandes grupos. En el primer grupo figuran los ejercicios de preparación general para desarrollar distintos tipos de coordinación: la capacidad de regular y evaluar los parámetros dinámicos y espaciotemporales de los movimientos, la capacidad de mantener la estabilidad de una posición (equilibrio), el sentido del ritmo, la capacidad de orientarse en el espacio, de relajar voluntariamente los músculos y de coordinar los movimientos.

El segundo grupo comprende los ejercicios de preparación especial para desarrollar la coordinación específica en distintos deportes. El material presentado se refiere a deportes donde la coordinación desempeña un importante papel para determinar el nivel de los deportistas.

En la mayoría de los ejercicios hay ilustración. Sin embargo, es difícil dibujar en algunos deportes (natación, fútbol, voleibol) los elementos más importantes de los ejercicios que determinan su eficacia. En estos casos se proporciona una descripción de los ejercicios para mayor comodidad.

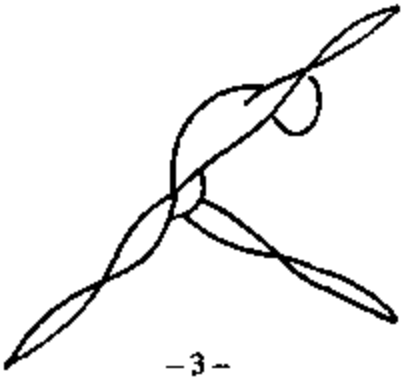
Al elegir los ejercicios para desarrollar la coordinación, nos hemos basado, sobre todo, en aquellos que presentan carácter complejo para perfeccionar varios tipos de coordinación en una modalidad deportiva concreta. Se presentan, además, ejercicios especiales para perfeccionar el tipo de coordinación más importante. Por ejemplo, para la gimnasia artística se presentan ejercicios que permiten desarrollar la capacidad de mantener el equilibrio, y para la natación ejercicios que se

Primer grupo: Ejercicios de preparación general

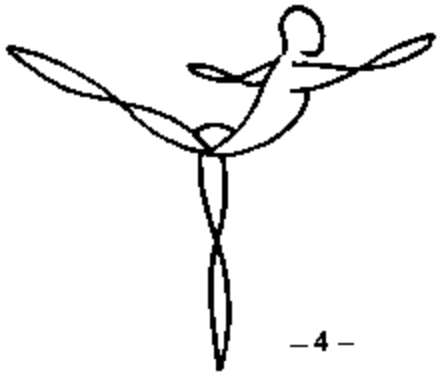
Ejercicios de preparación general para desarrollar la capacidad de mantener una posición (equilibrio). 1-32.

–1–

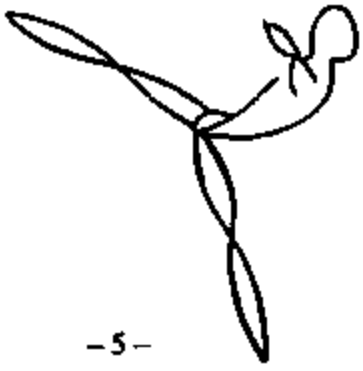
–2–



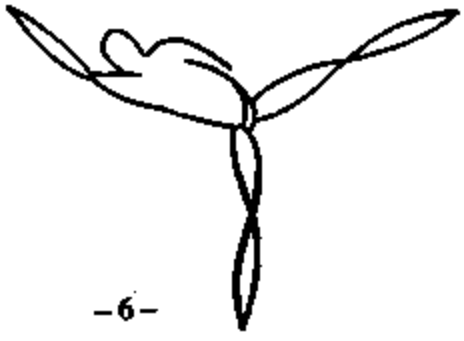
–3–



–4–



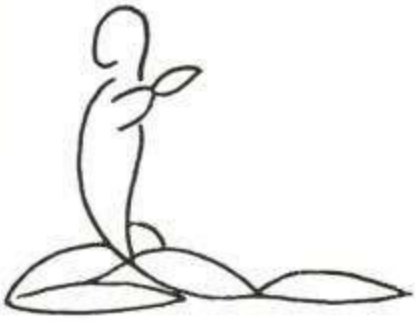
–5–



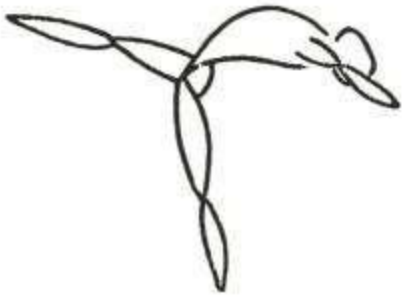
–6–

–7–

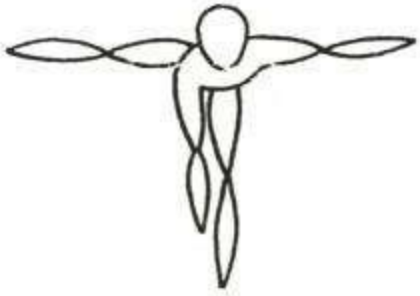
–8–



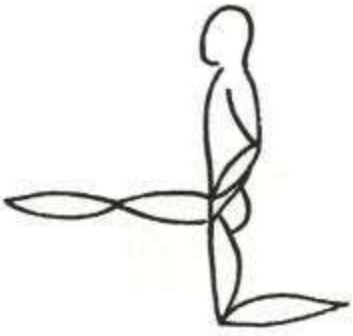
– 9 –



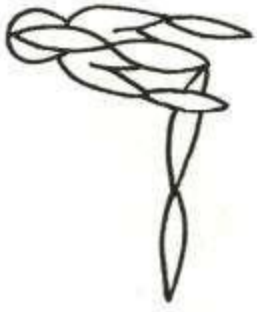
– 10 –



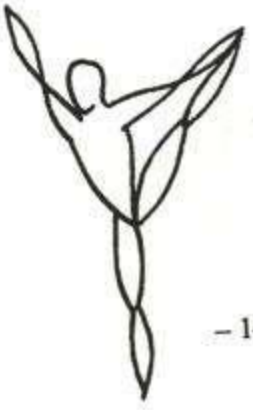
– 11 –



– 12 –



– 13 –



– 14 –

13

– 15 –

– 16 –

– 17 –

– 18 –

– 19 –

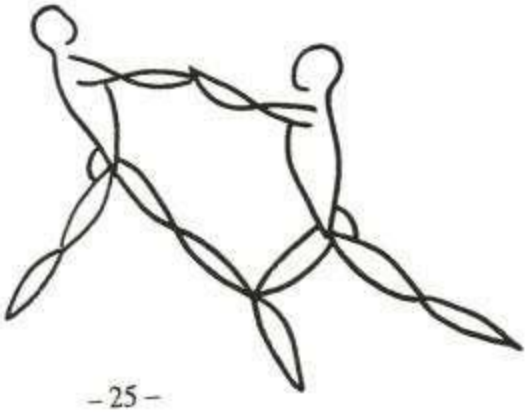
– 20 –

– 21 –

– 22 –

– 23 –

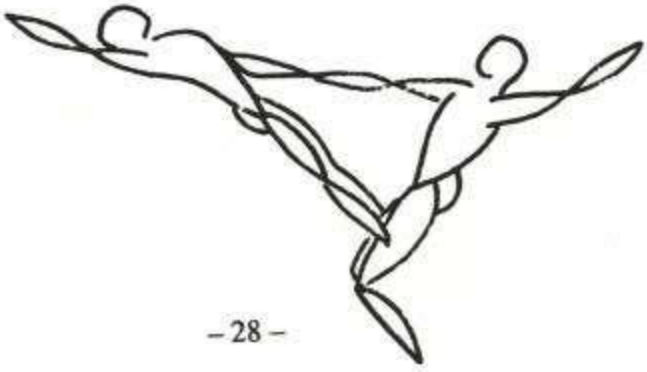
– 24 –



– 25 –

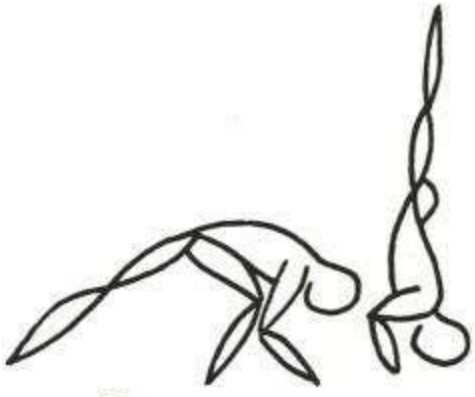
– 26 –

– 27 –

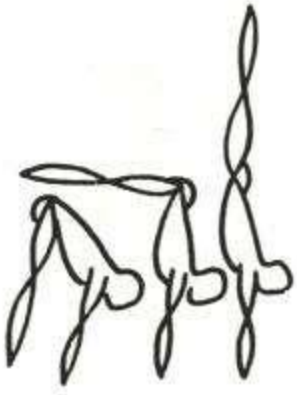


– 28 –

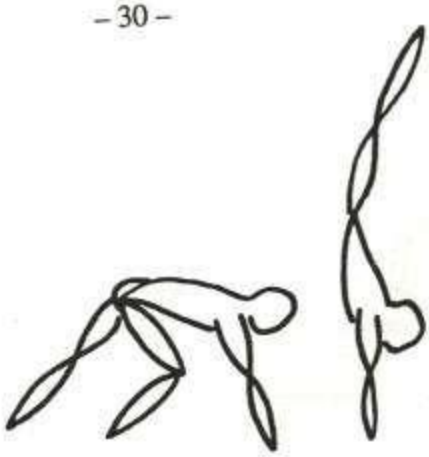
– 29 –



– 30 –



– 31 –

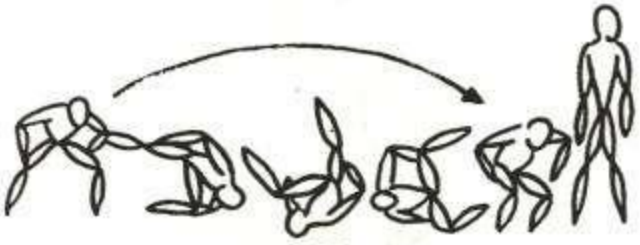


– 32 –

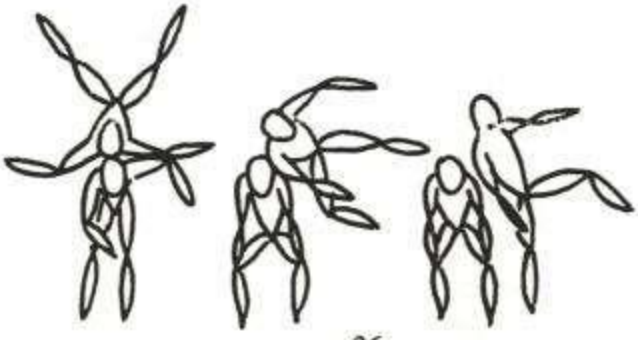
Ejercicios de preparación general para desarrollar la coordinación. 33-50.

– 33 –

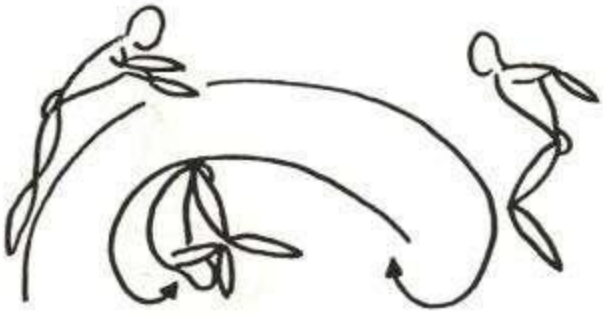
– 34 –



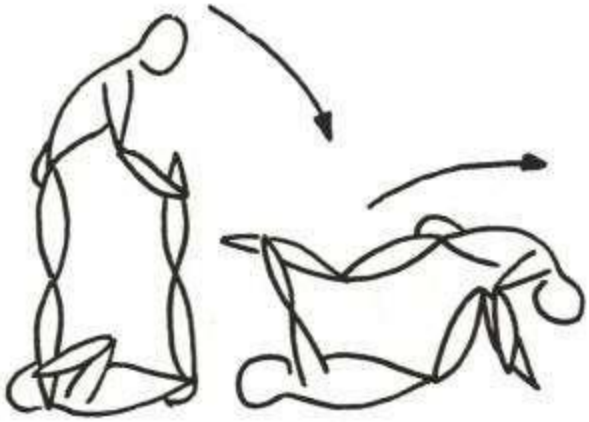
– 35 –



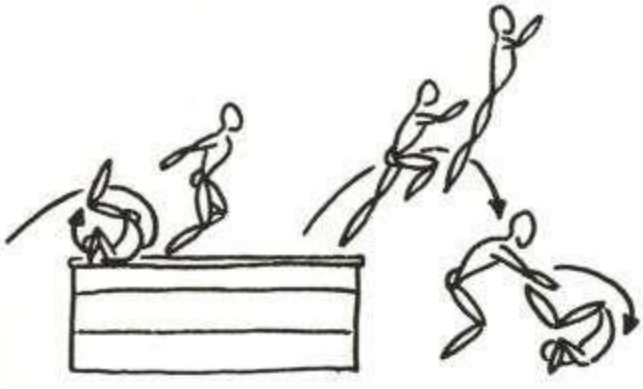
– 36 –



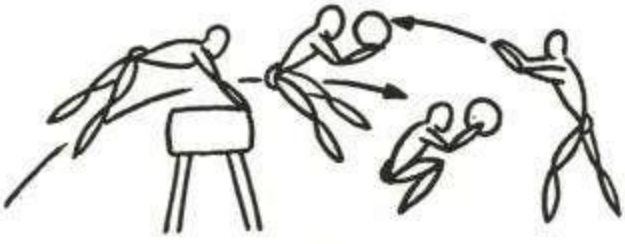
– 37 –



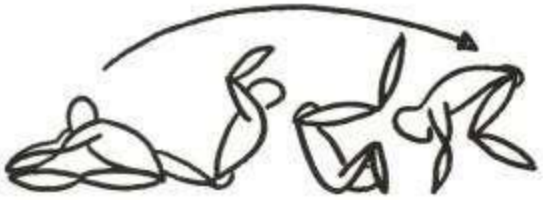
– 38 –



– 39 –



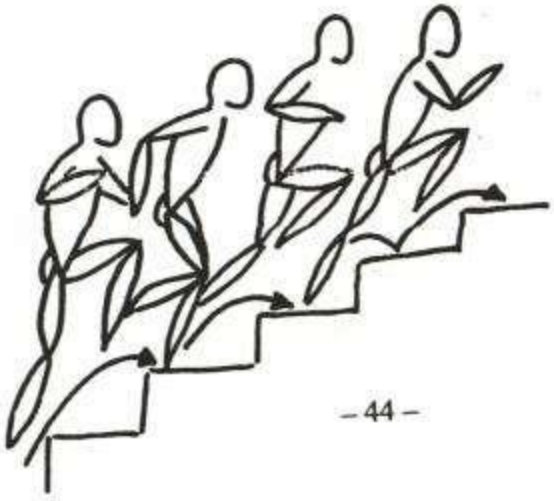
– 40 –



– 41 –

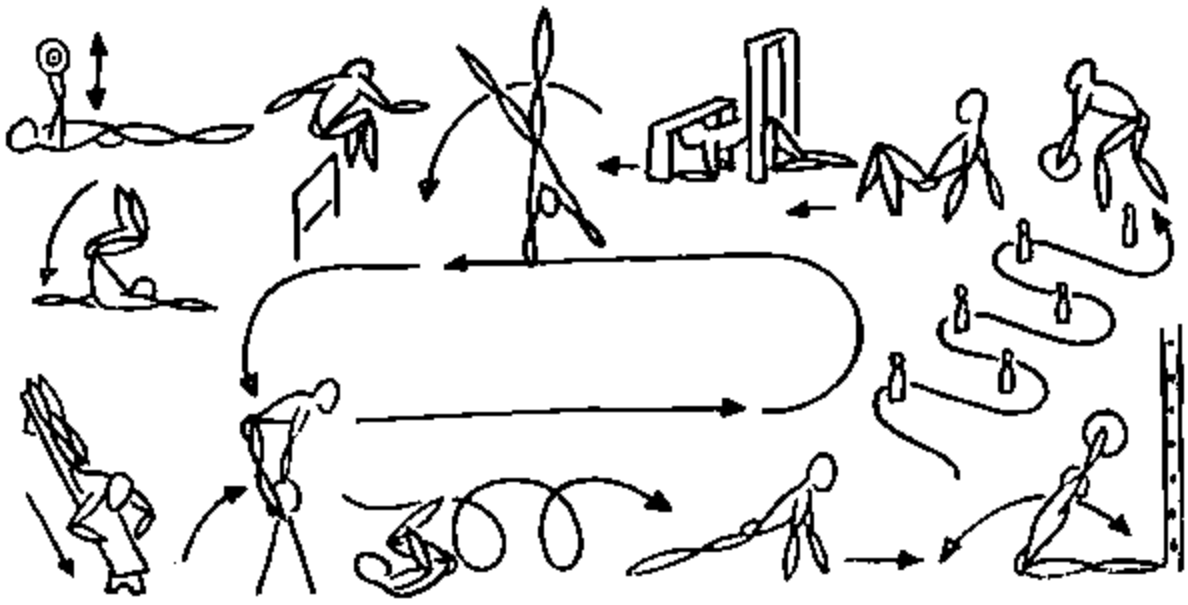
– 42 –

– 43 –

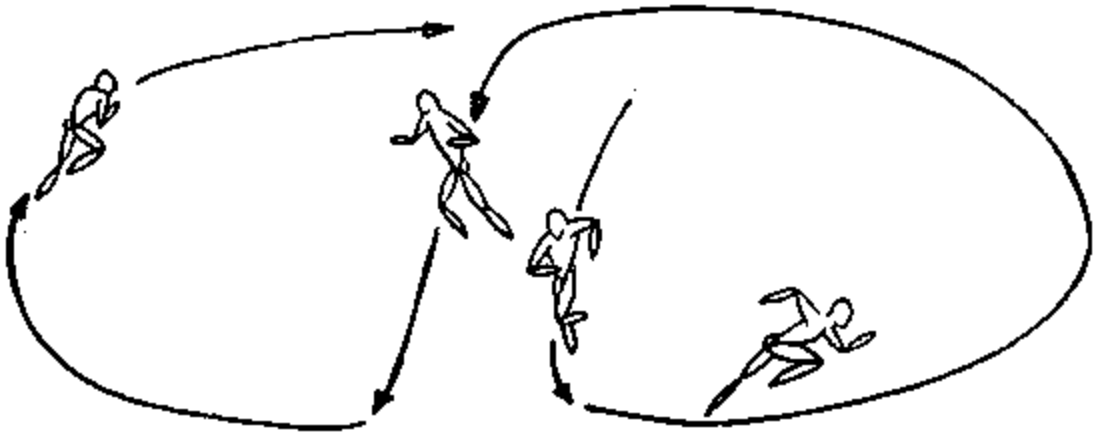


– 44 –

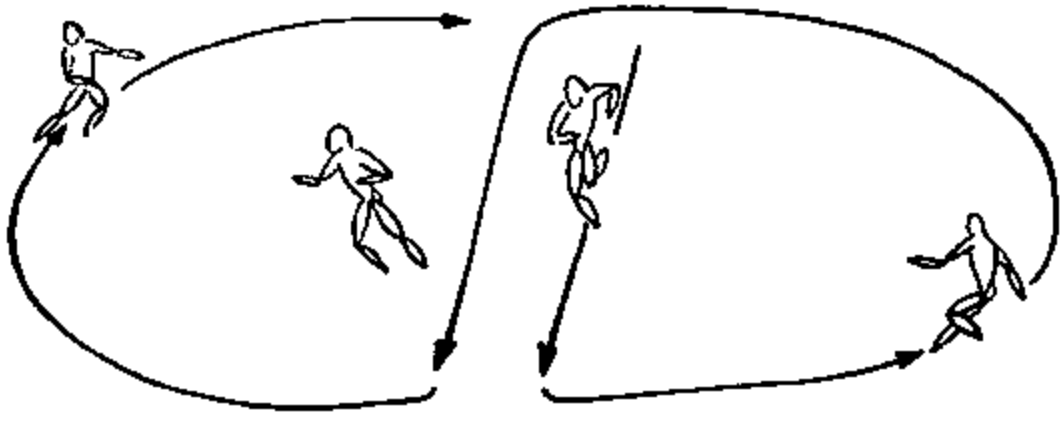
– 45 –



– 46 –

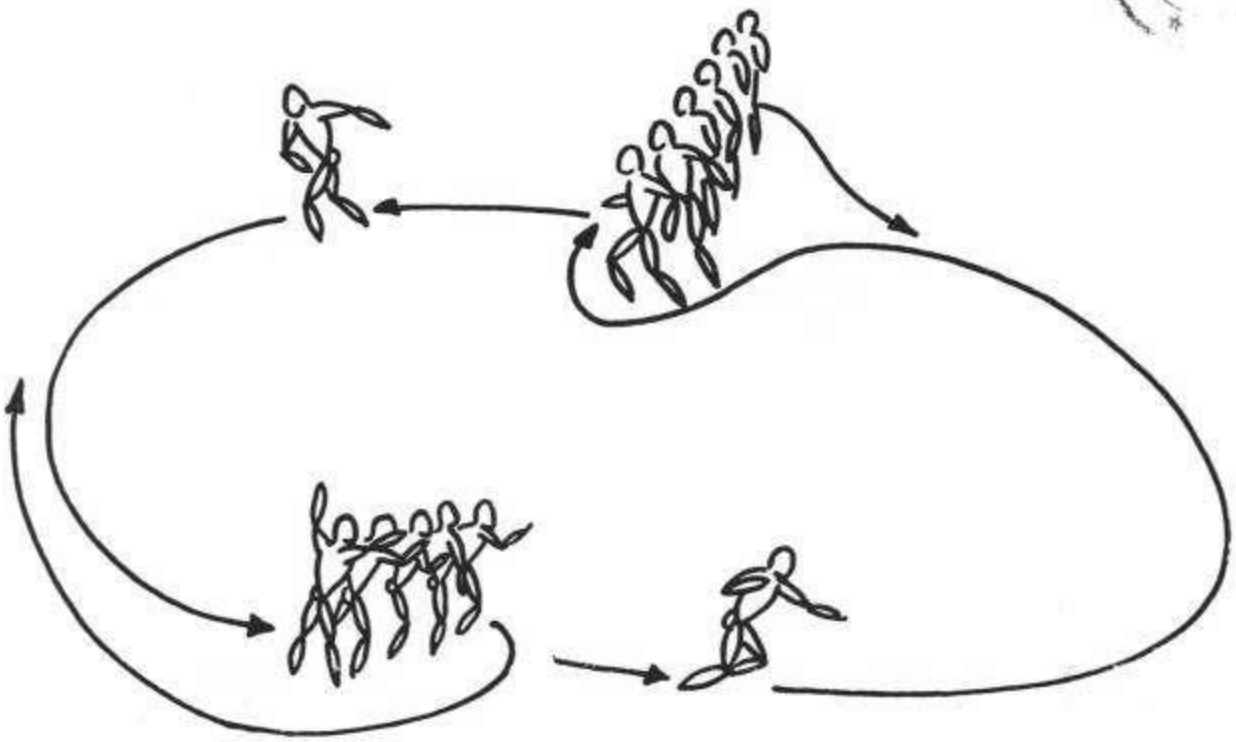


– 47 –

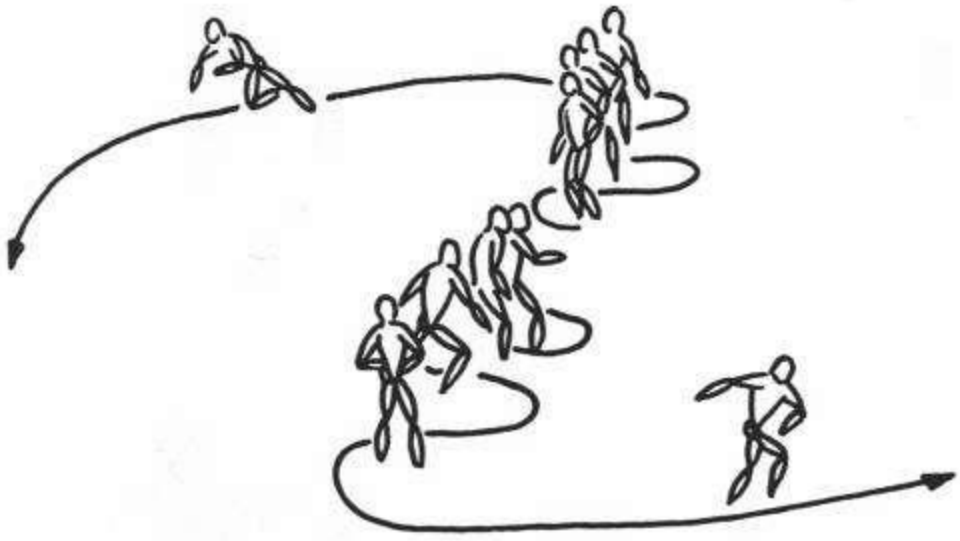


– 48 –

UNIVERSIDAD NACIONAL DE L
231
BIBLIOTECA



– 49 –



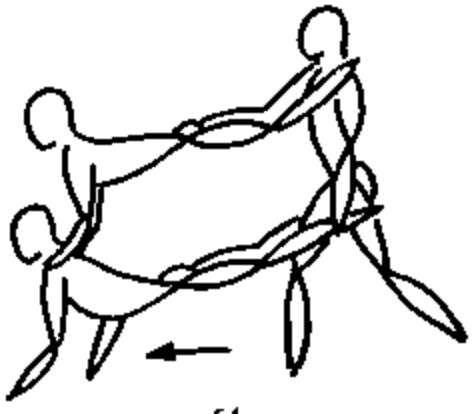
– 50 –

Ejercicios de preparación general para desarrollar el sentido del ritmo. 51-58.

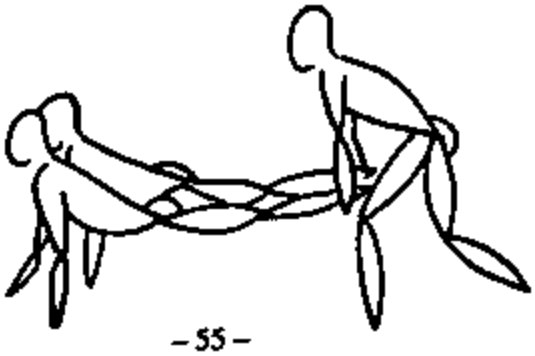
– 51 –

– 52 –

– 53 –

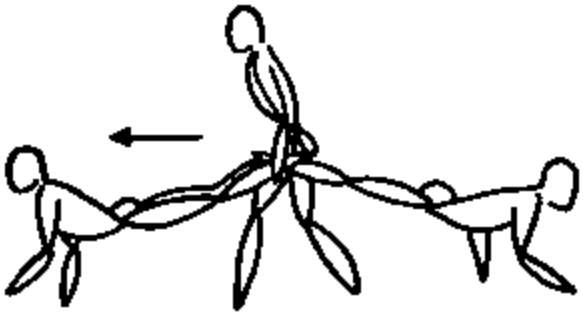


– 54 –

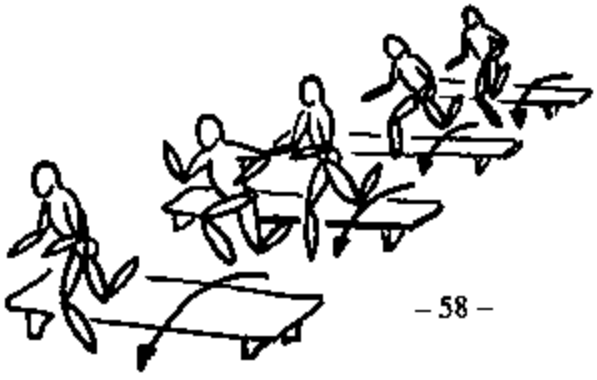


– 55 –

– 56 –

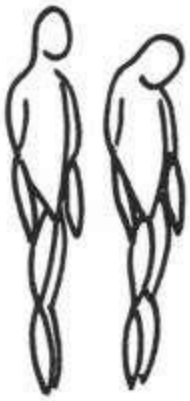


– 57 –

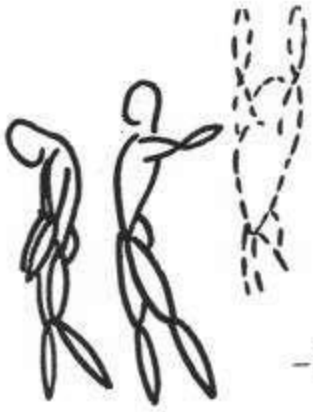


– 58 –

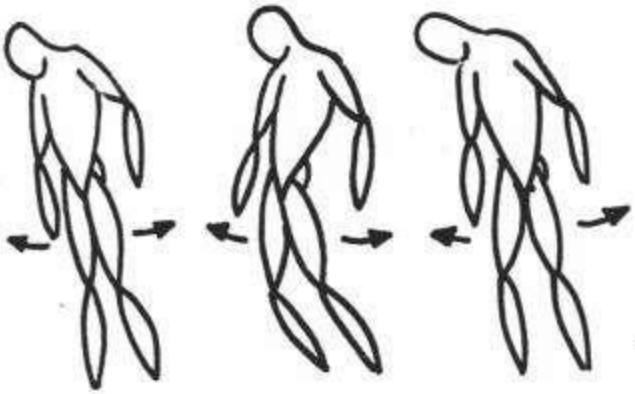
Ejercicios de preparación general para desarrollar la capacidad de relajar voluntariamente los músculos. 59-82.



– 59 –



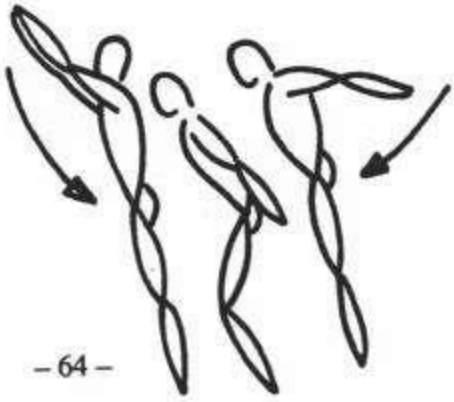
– 60 –



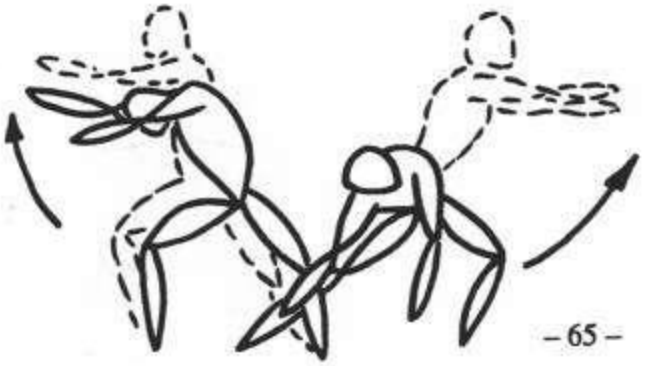
– 61 –

– 62 –

– 63 –



– 64 –



– 65 –

– 66 –

– 67 –

– 68 –

– 69 –

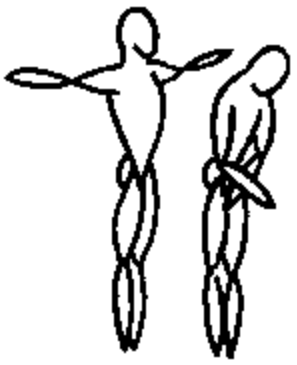
– 70 –

– 71 –

– 72 –

– 73 –

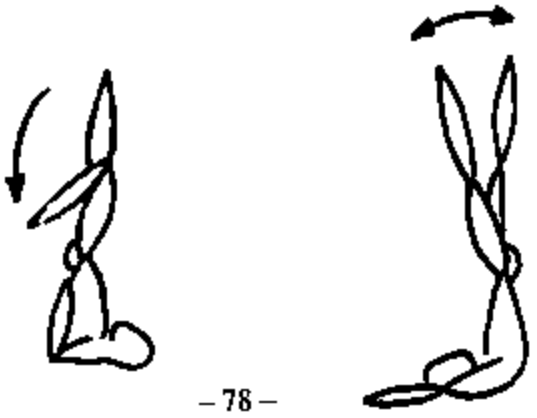
– 74 –



– 75 –

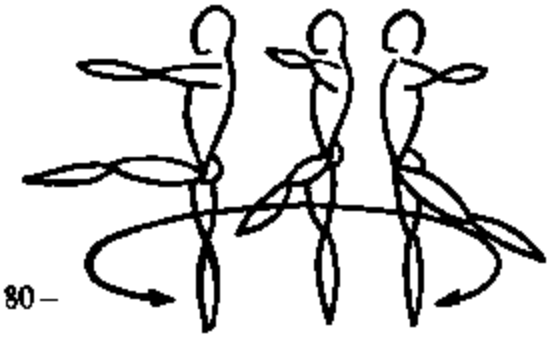
– 76 –

– 77 –



– 78 –

– 79 –



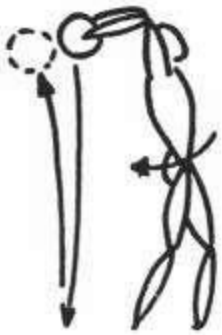
– 80 –

– 81 –

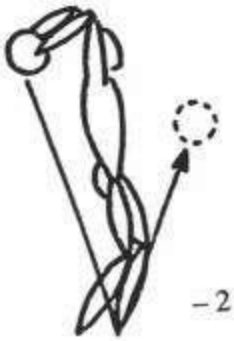
– 82 –

Segundo grupo:

BALONCESTO: Ejercicios de preparación especial para desarrollar la coordinación de los jugadores de baloncesto. 1-29.



–1–



–2–

–3–

–4–

–5–

–6–

–7–

–8–

– 9 –

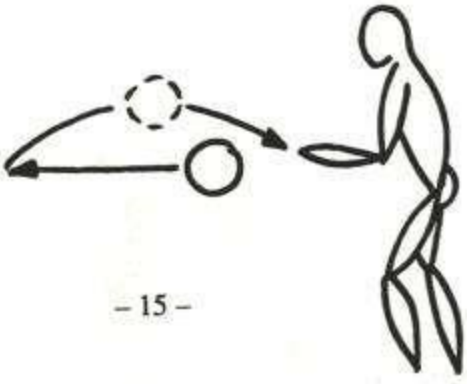
– 10 –

– 11 –

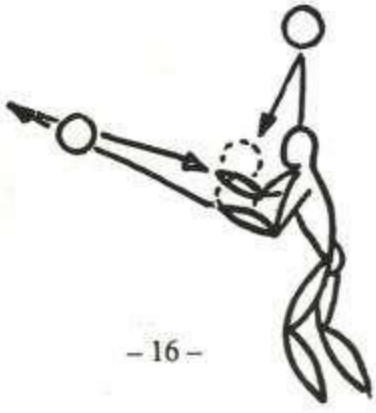
– 12 –

– 13 –

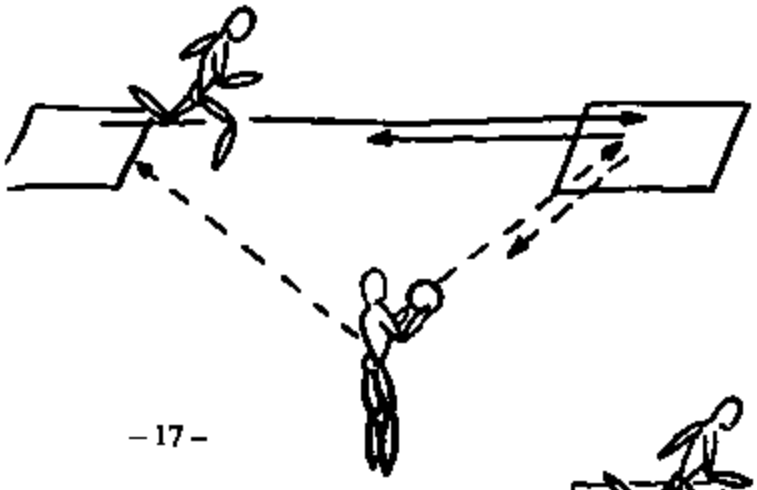
– 14 –



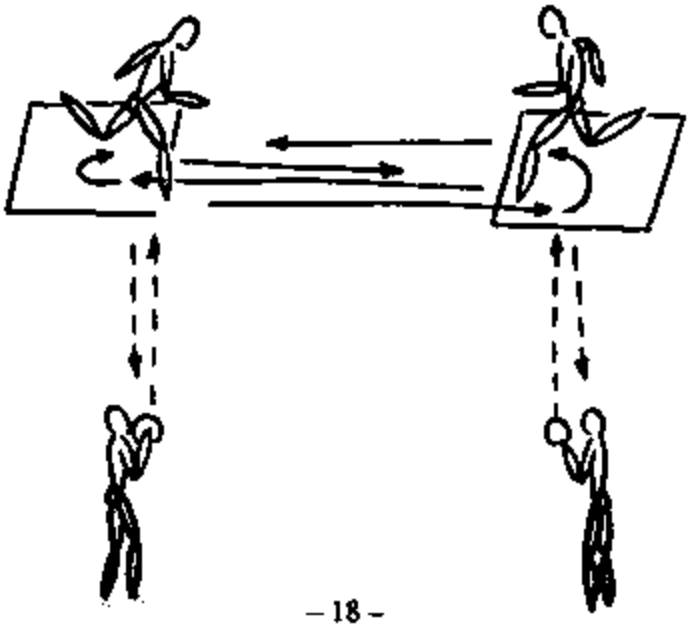
– 15 –



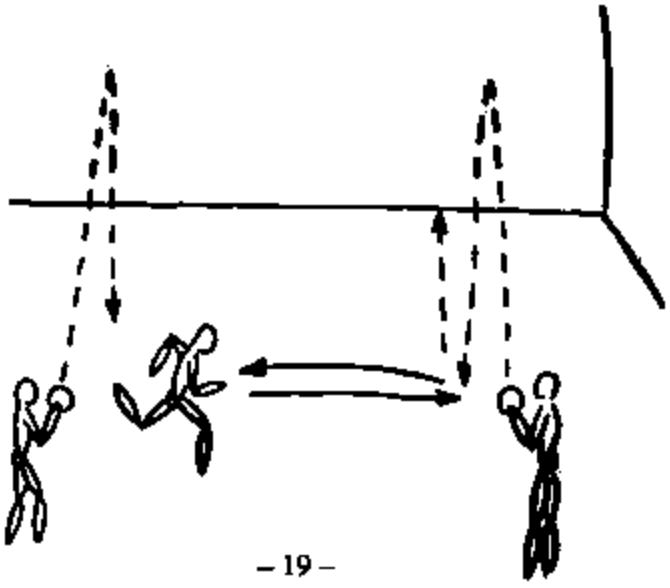
– 16 –



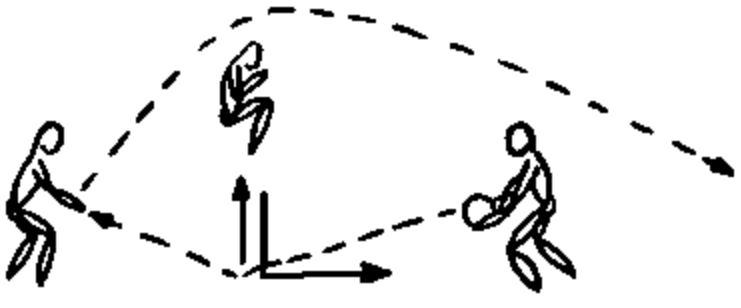
– 17 –



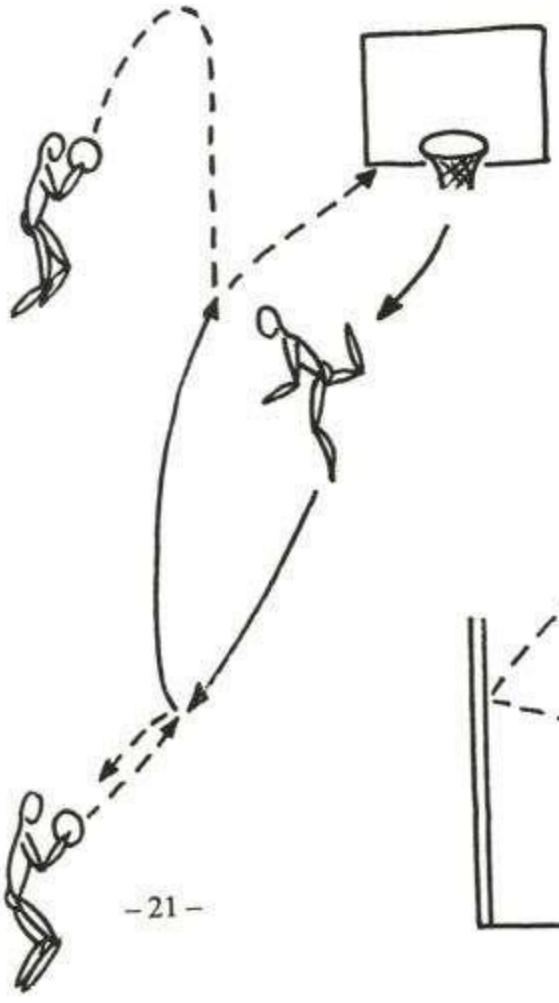
– 18 –



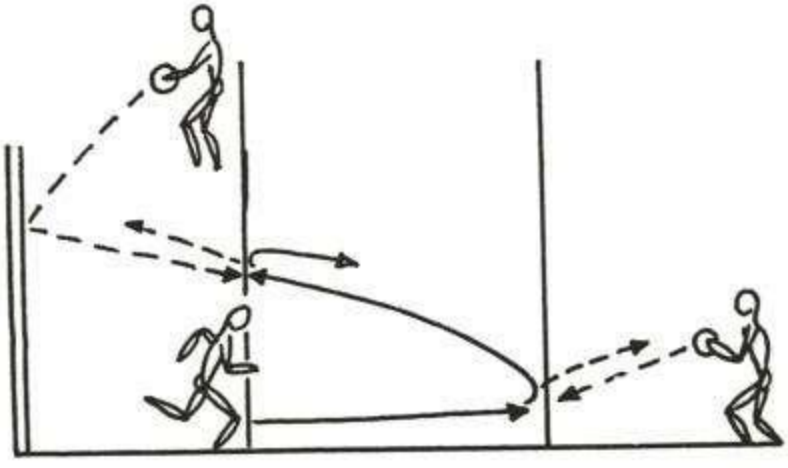
– 19 –



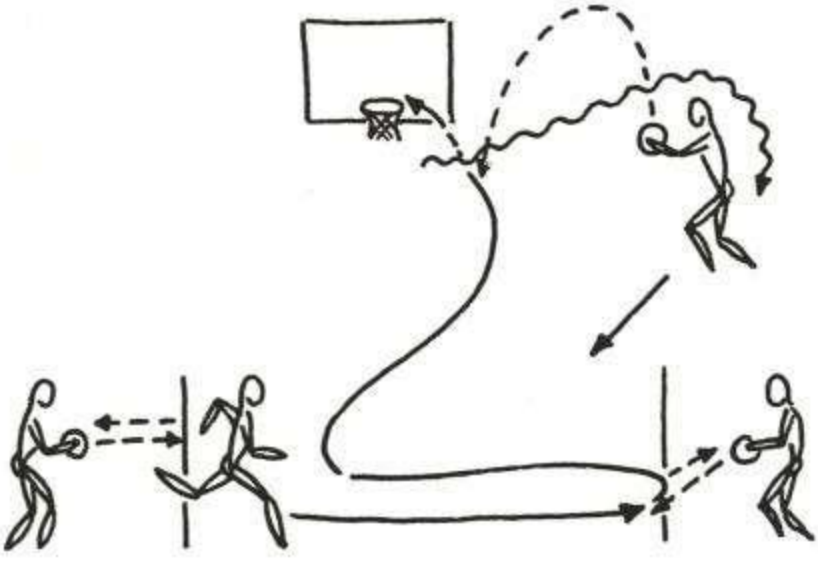
– 20 –



– 21 –

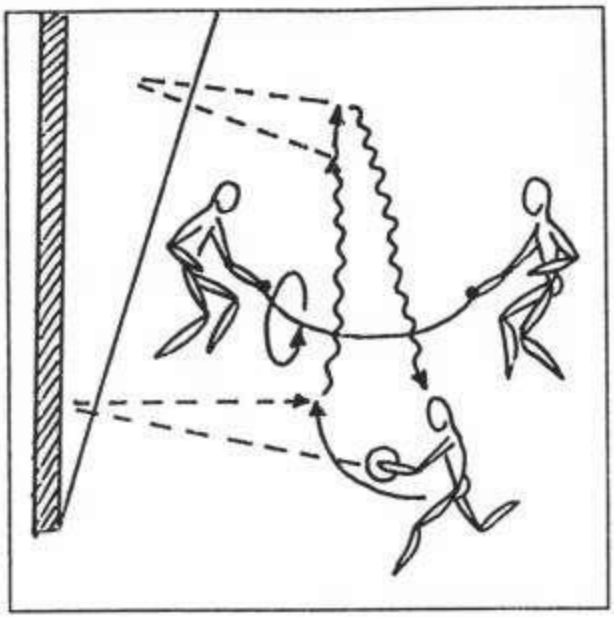


– 22 –

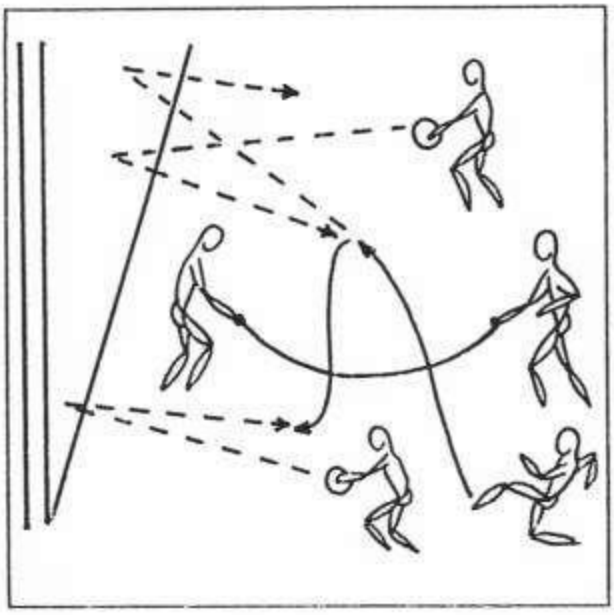


– 23 –

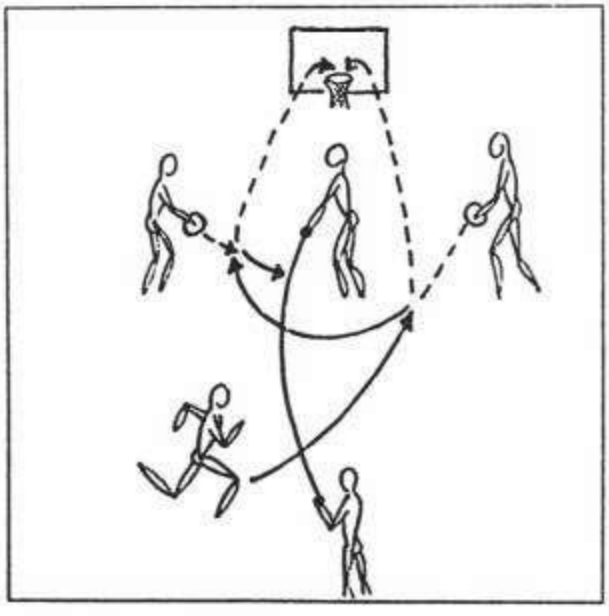
(24)



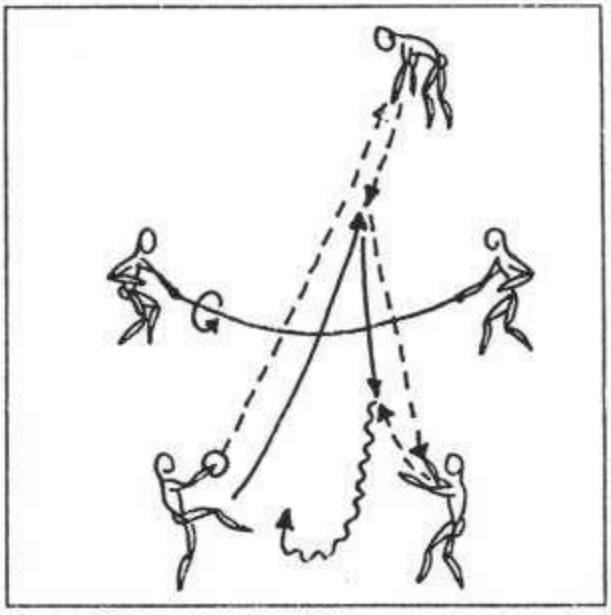
(25)



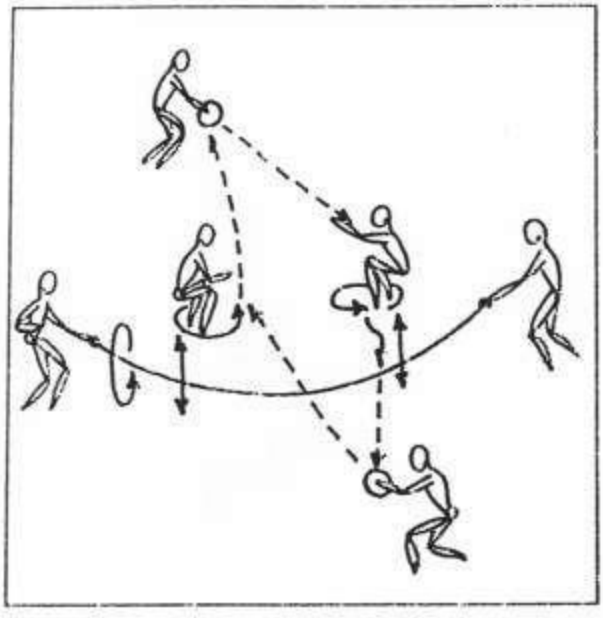
(26)



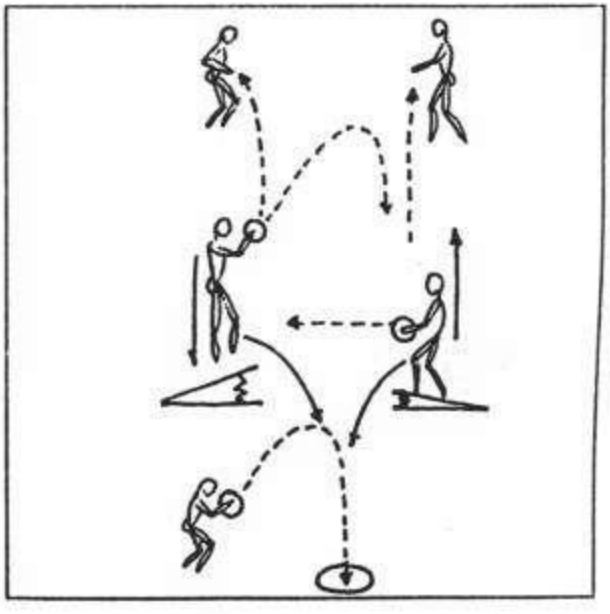
(27)



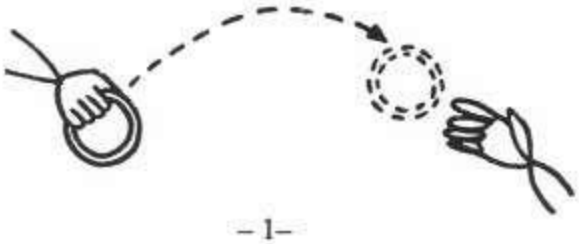
(28)



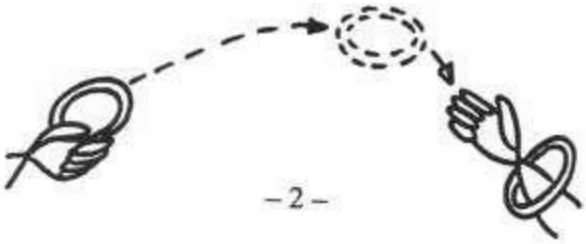
(29)



ESGRIMA: Ejercicios de preparación especial para perfeccionar la coordinación. 1-16.



– 1 –

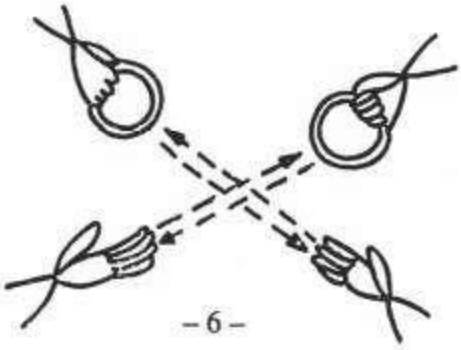


– 2 –

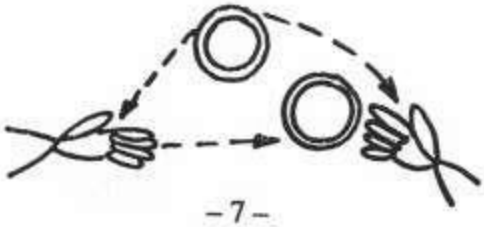
– 3 –

– 4 –

– 5 –

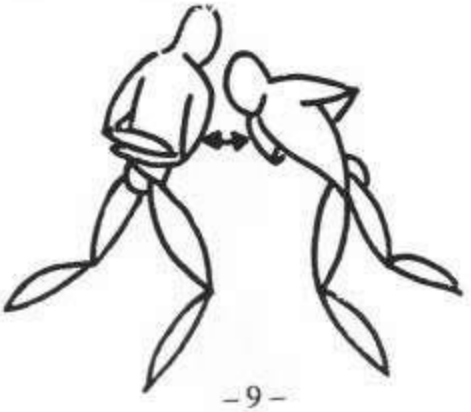


– 6 –

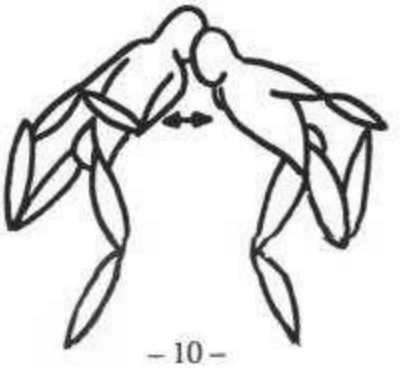


– 7 –

– 8 –

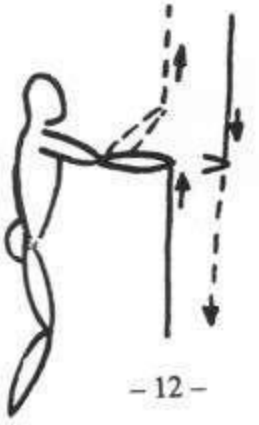


– 9 –

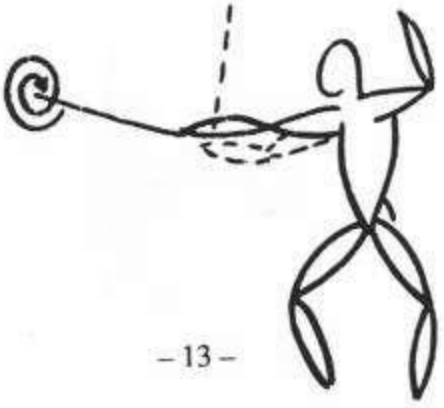


– 10 –

– 11 –

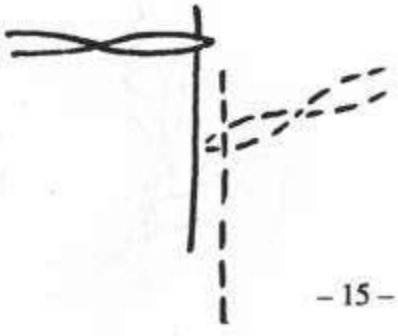


– 12 –



– 13 –

– 14 –



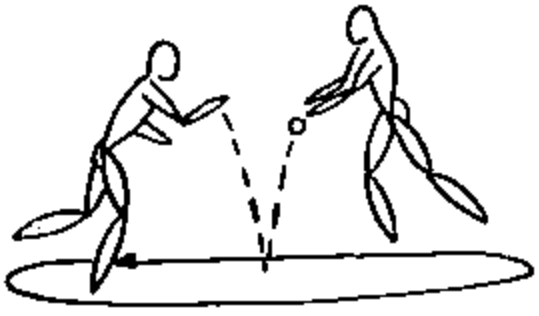
– 15 –

– 16 –

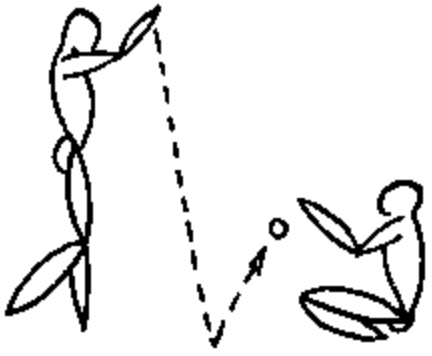
BALONMANO: Ejercicios de preparación especial para perfeccionar la coordinación. 1-14.

–1–

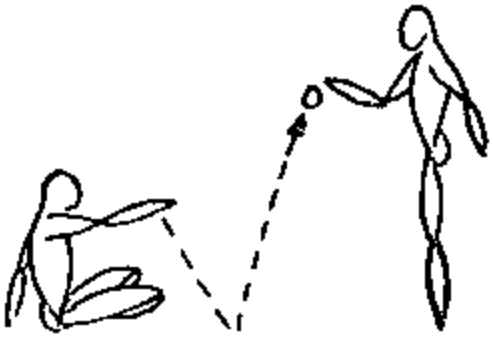
–2–



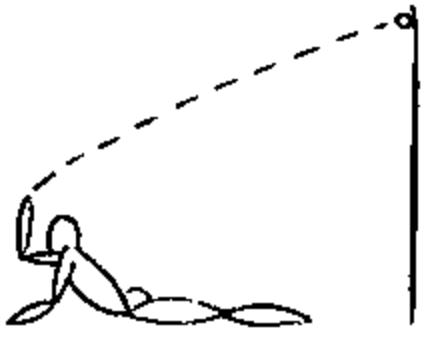
–3–



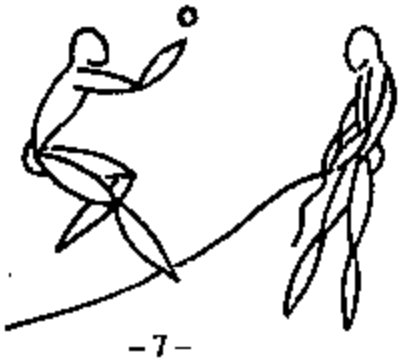
–4–



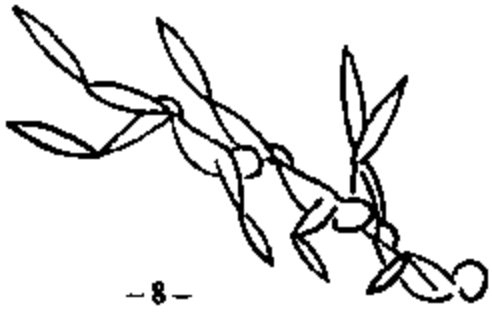
–5–



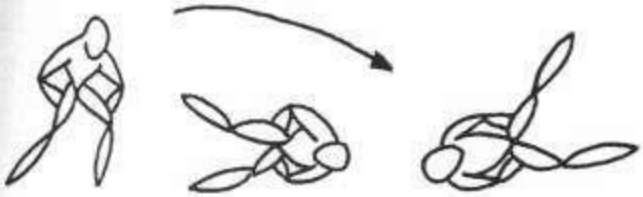
–6–



–7–

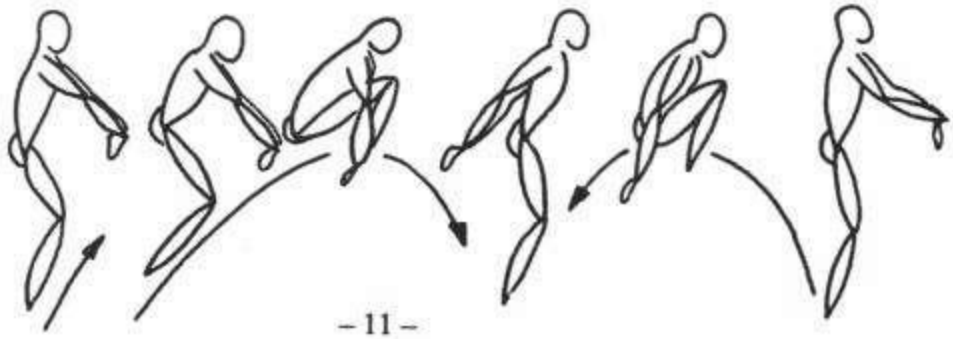


–8–

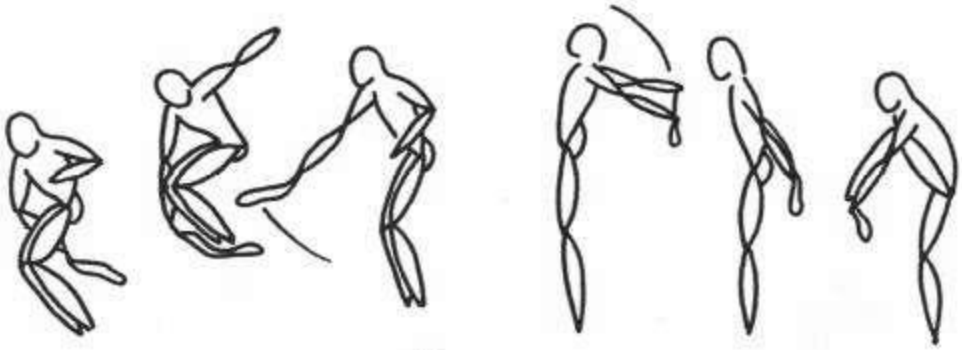


– 9 –

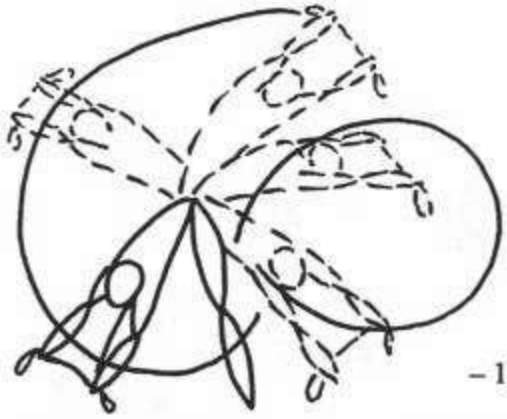
– 10 –



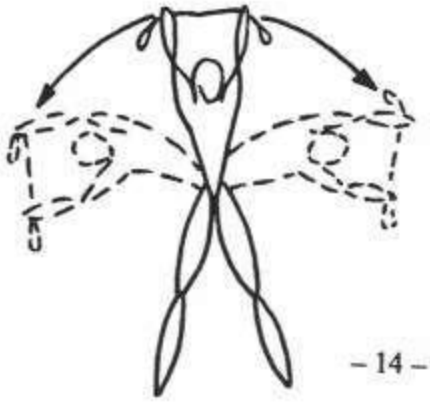
– 11 –



– 12 –

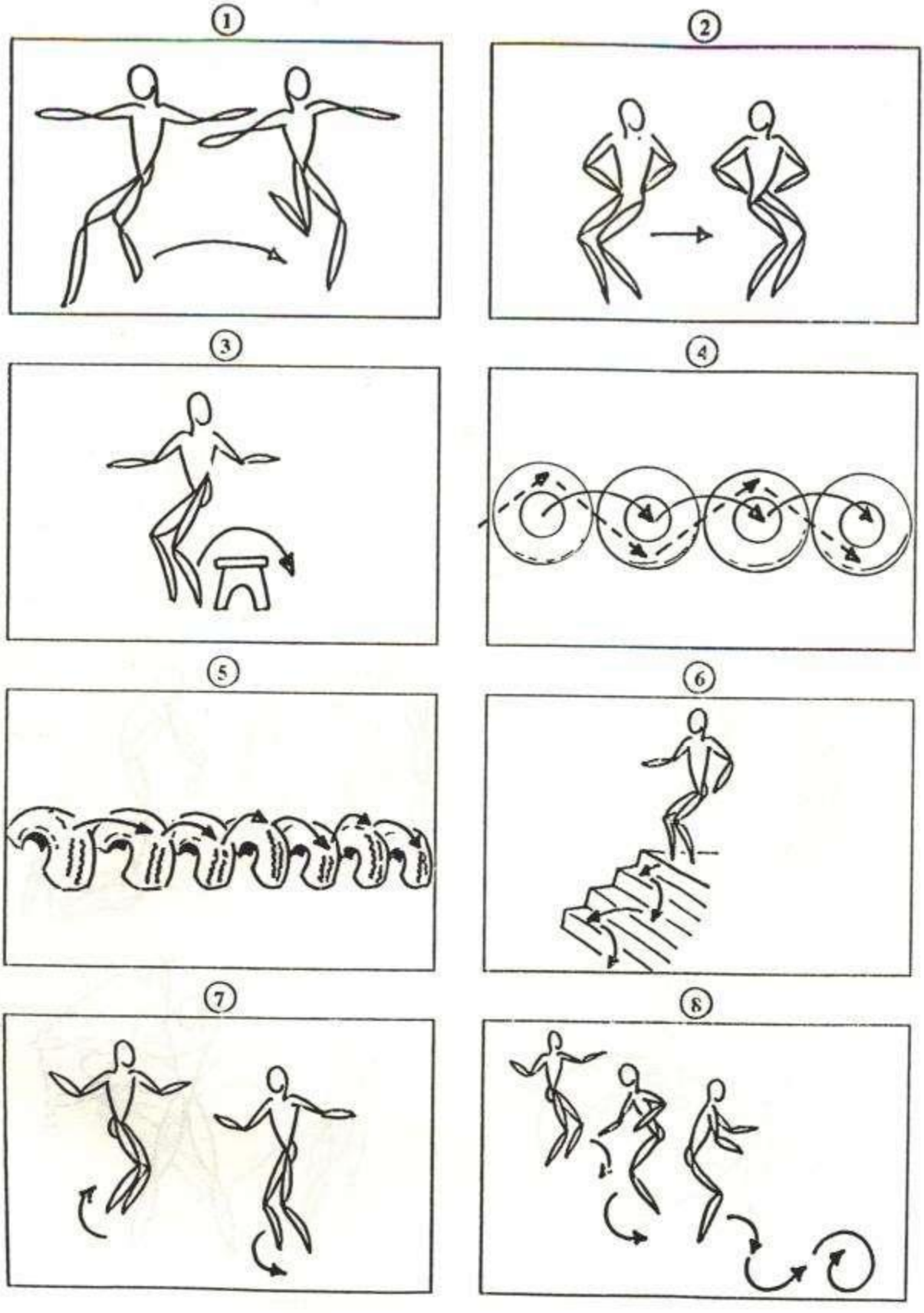


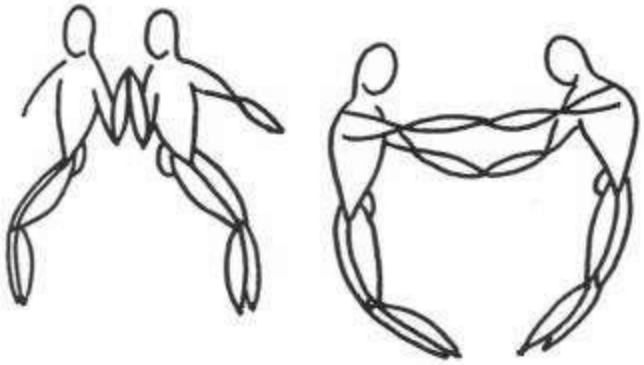
– 13 –



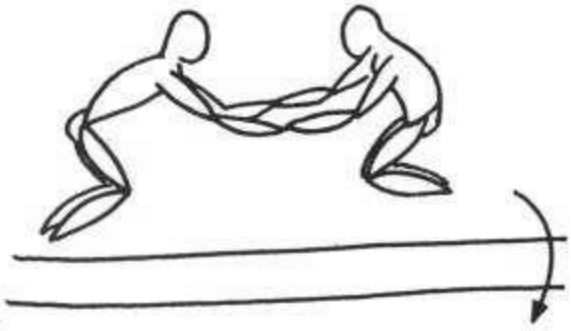
– 14 –

ESQUÍ. Ejercicios de preparación especial para perfeccionar la rapidez y la agilidad del esquiador. 1-13.

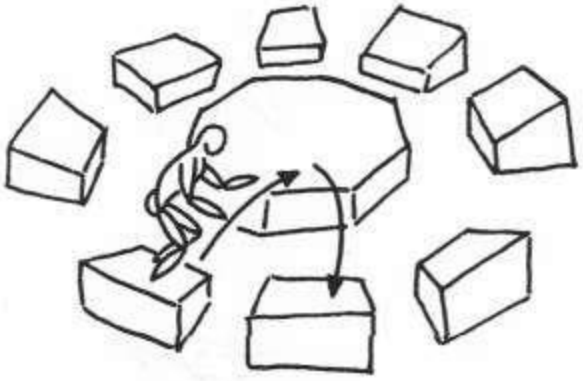




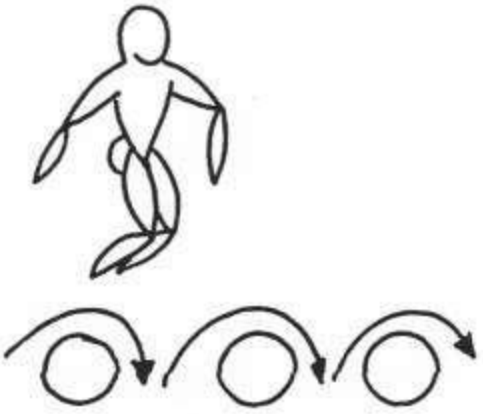
– 9 –



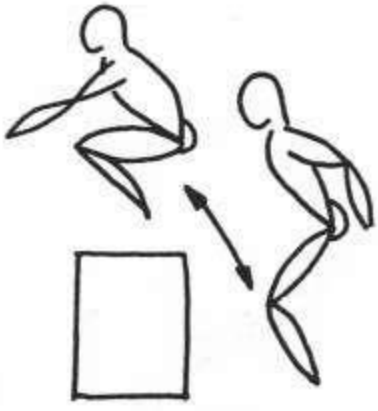
– 10 –



– 11 –



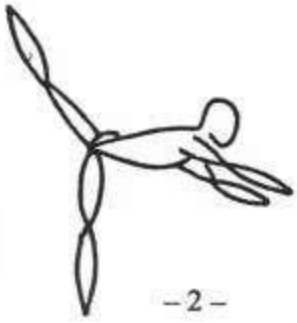
– 12 –



– 13 –

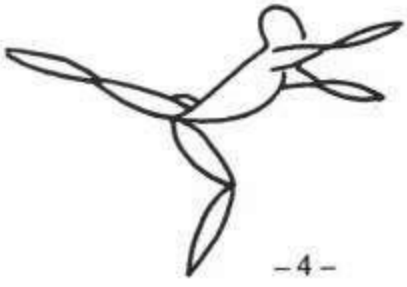
GIMNASIA: Ejercicios de preparación especial para desarrollar el equilibrio. 1-39.

– 1 –



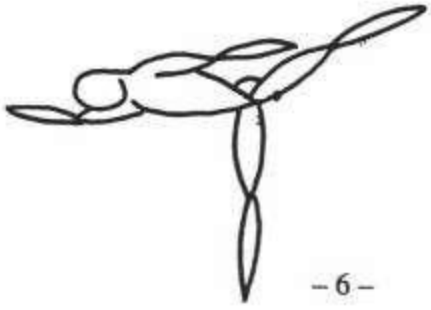
– 2 –

– 3 –

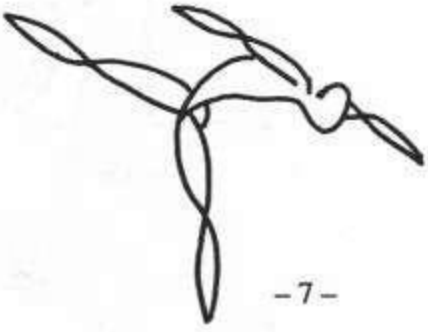


– 4 –

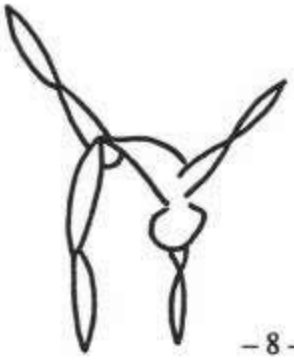
– 5 –



– 6 –



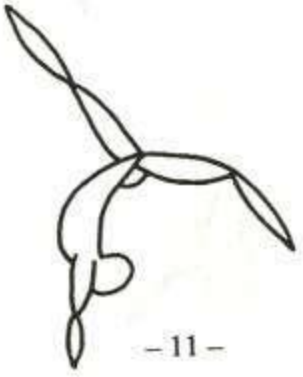
– 7 –



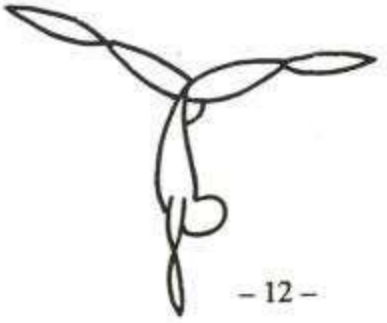
– 8 –

– 9 –

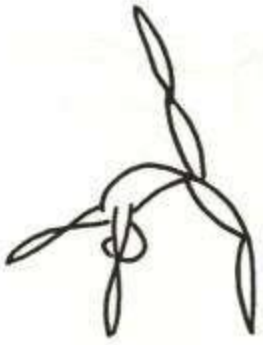
– 10 –



– 11 –



– 12 –



– 13 –

– 14 –

– 15 –

– 16 –

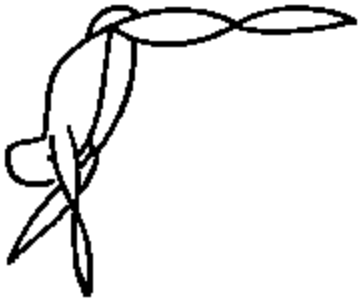
– 17 –

– 18 –

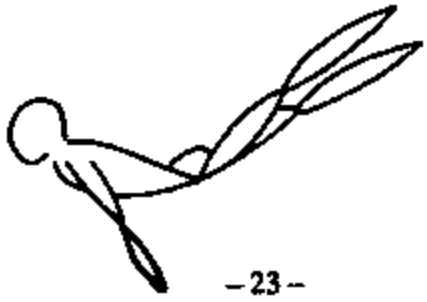
– 19 –

– 20 –

– 21 –

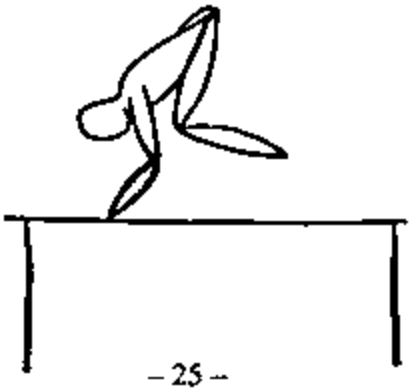


– 22 –



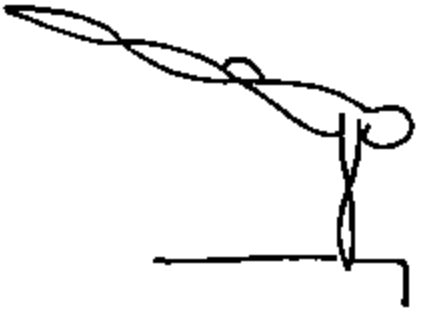
– 23 –

– 24 –



– 25 –

– 26 –

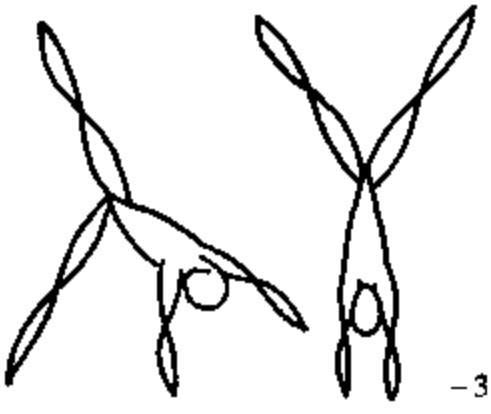


– 27 –

– 28 –

– 29 –

– 30 –



– 31 –

– 32 –

– 33 –

– 34 –

– 35 –

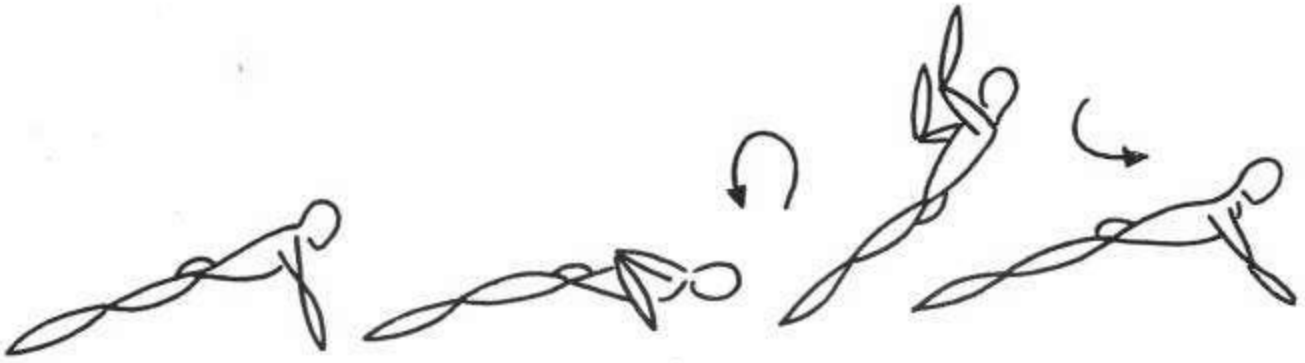
– 36 –

– 37 –

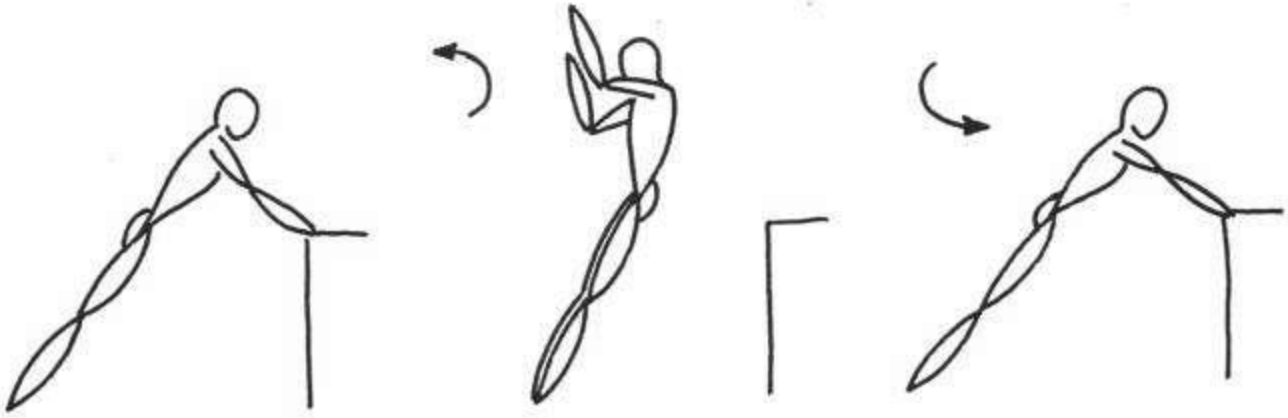
– 38 –

– 39 –

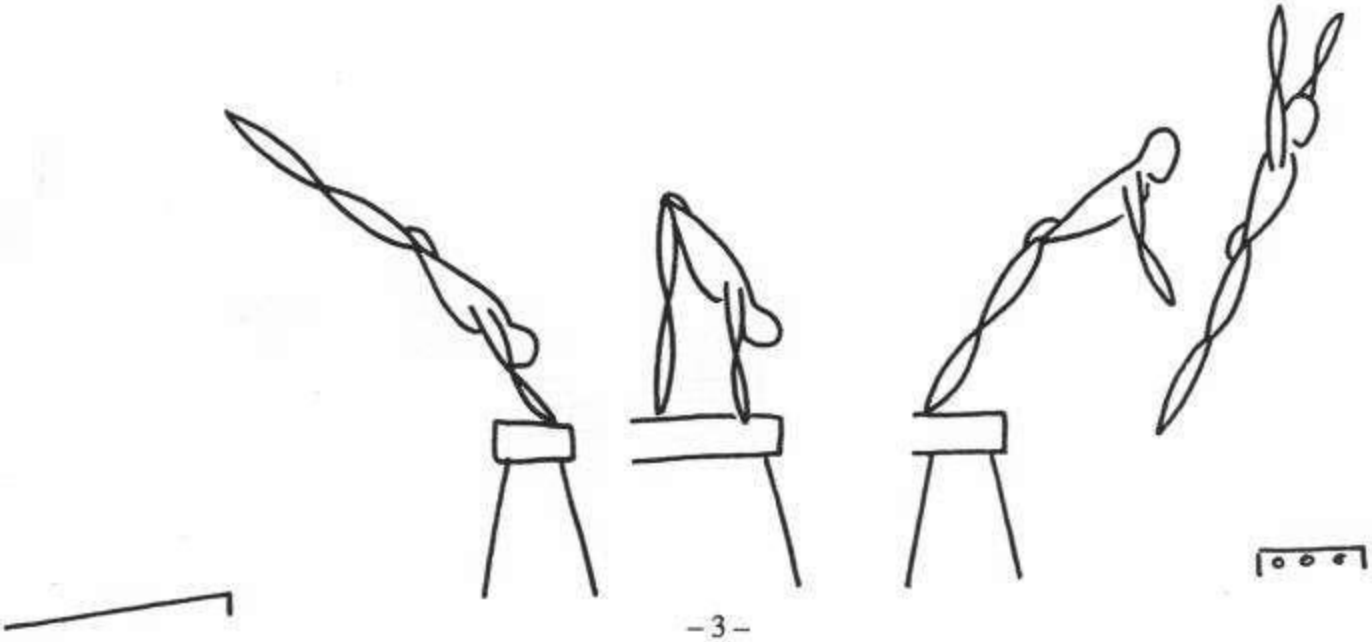
Ejercicios para perfeccionar la coordinación de los gimnastas: 1-9.



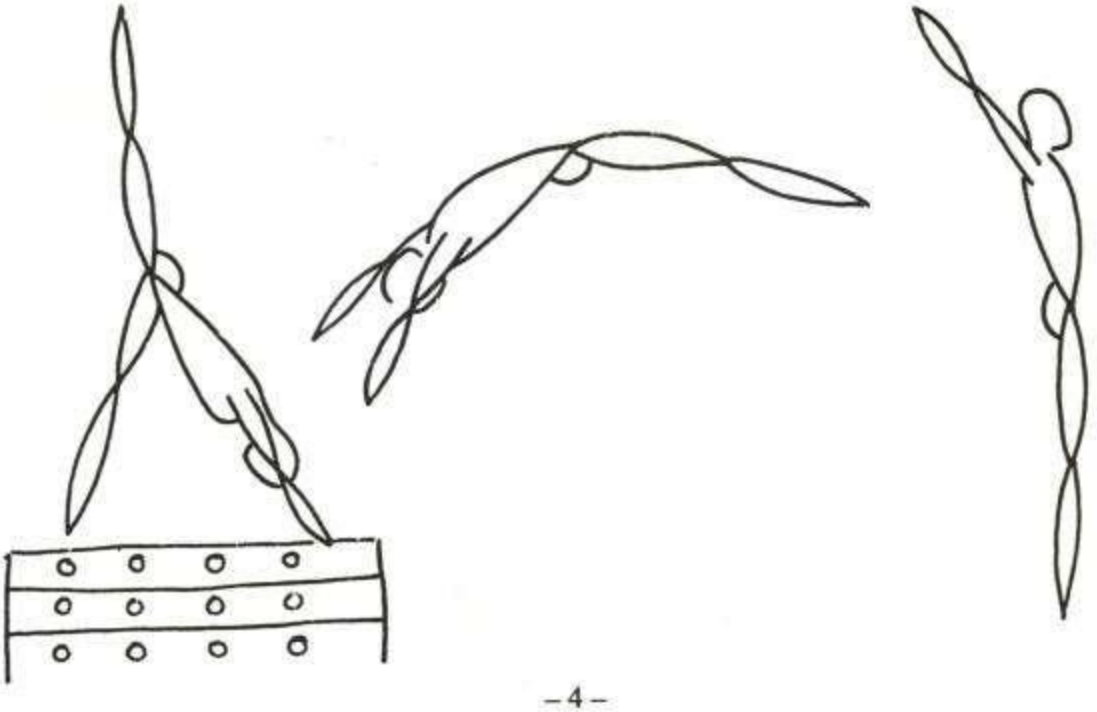
–1–



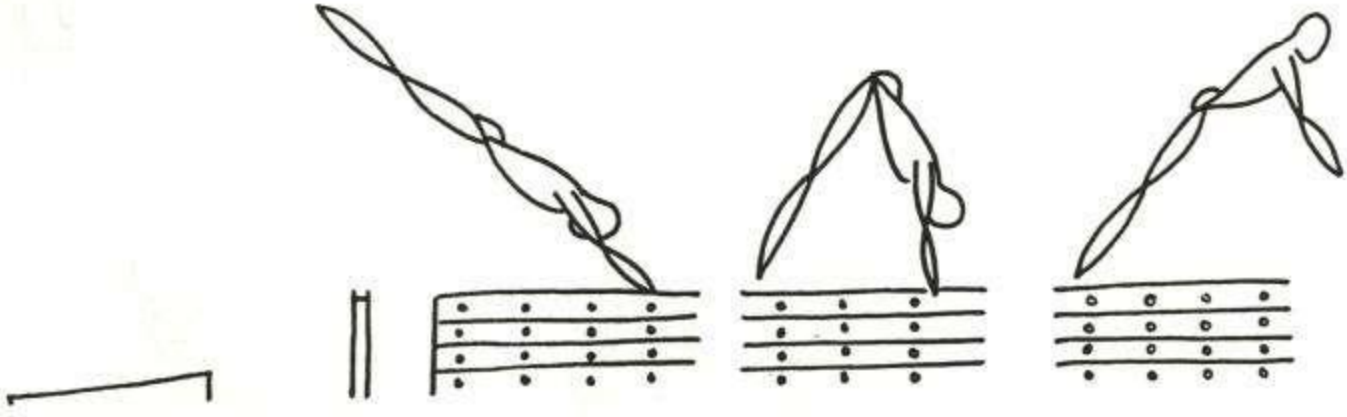
–2–



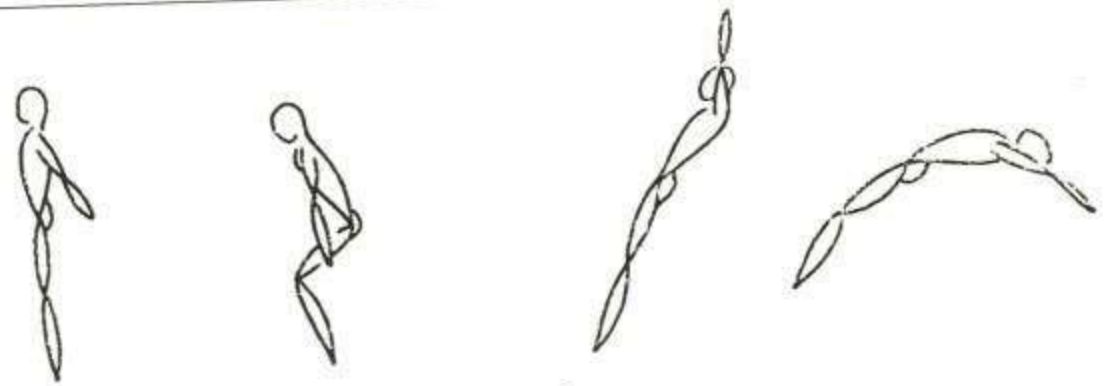
–3–



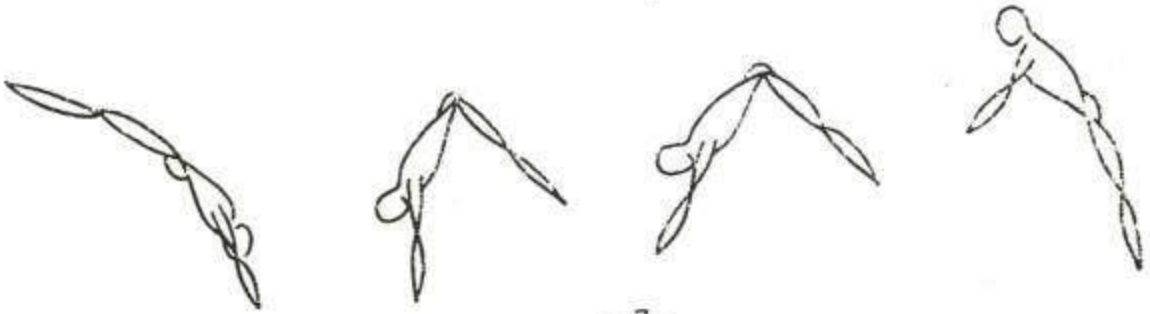
–4–



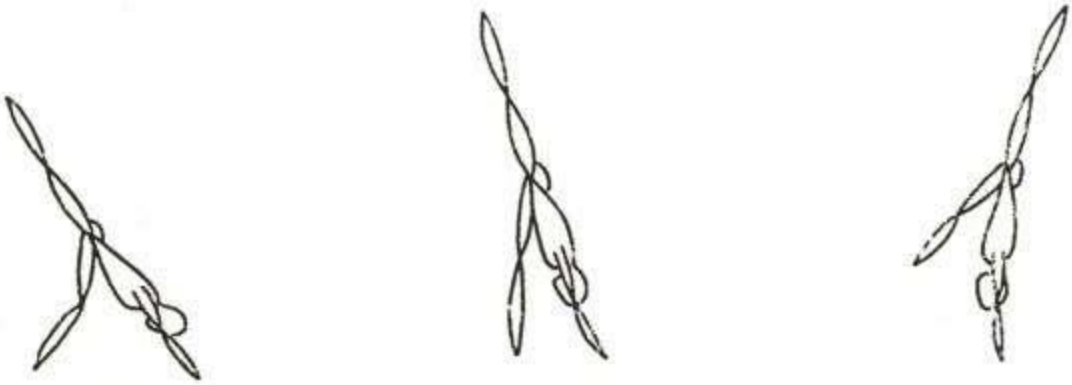
–5–



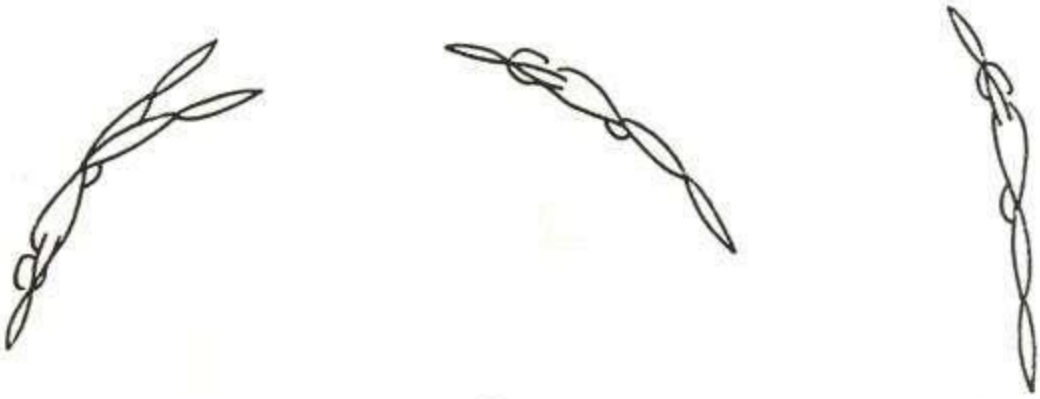
– 6 –



– 7 –

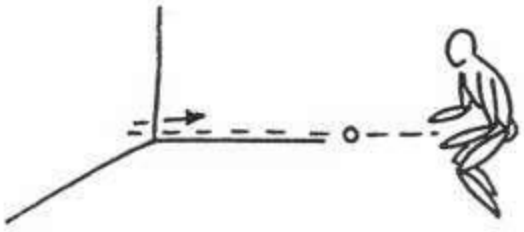


– 8 –

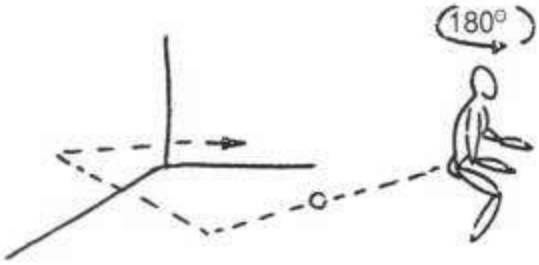


– 9 –

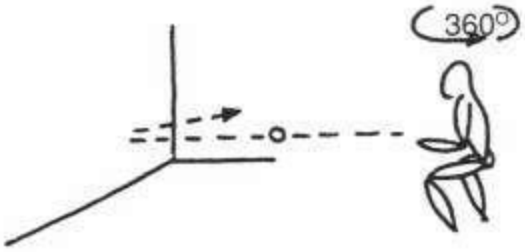
HOCKEY: Ejercicios para desarrollar la coordinación del portero de hockey (se ejecutan en el gimnasio). 1-15.



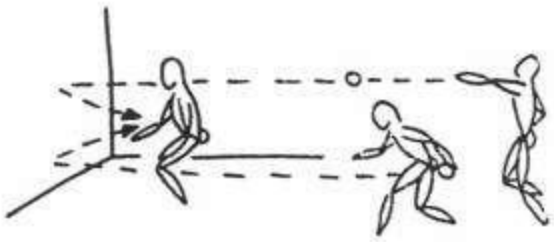
–1–



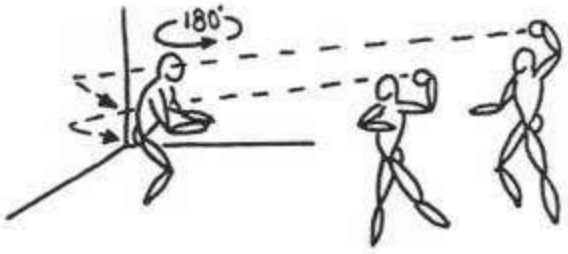
–2–



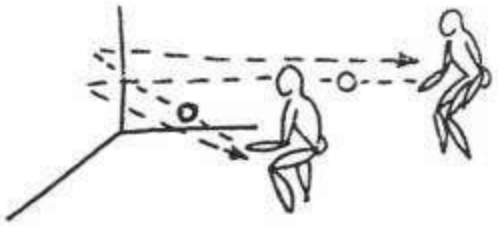
–3–



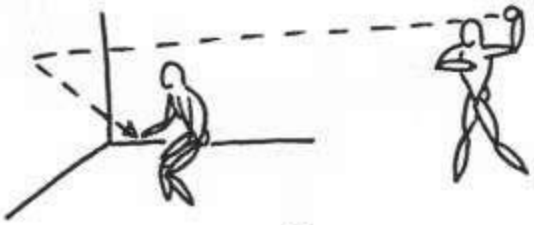
–4–



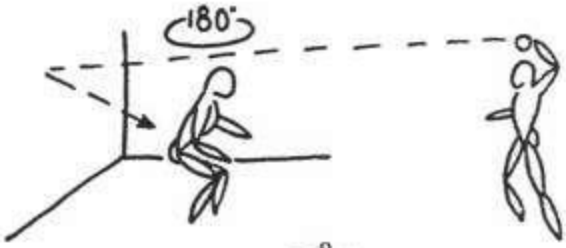
–5–



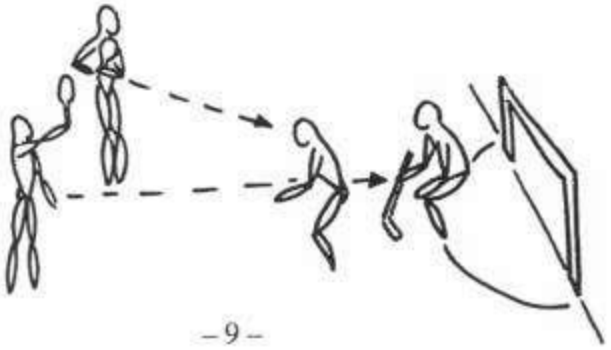
–6–



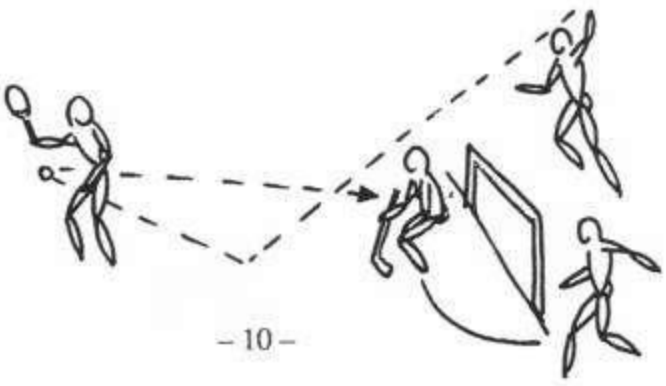
–7–



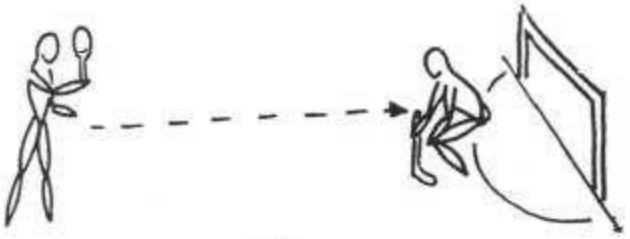
–8–



– 9 –

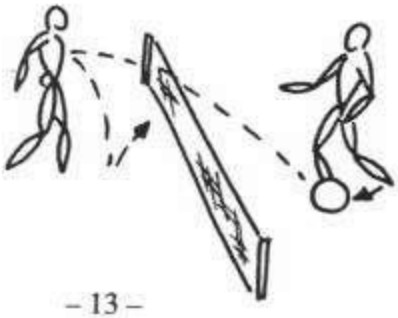


– 10 –

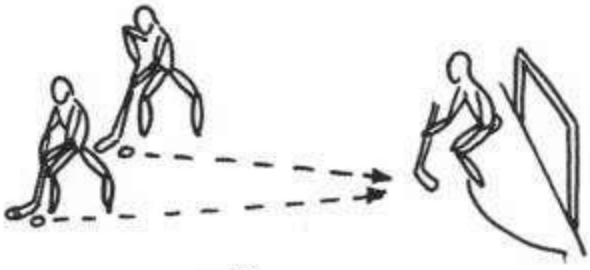


– 11 –

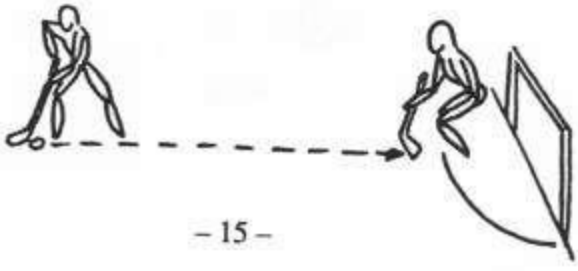
– 12 –



– 13 –

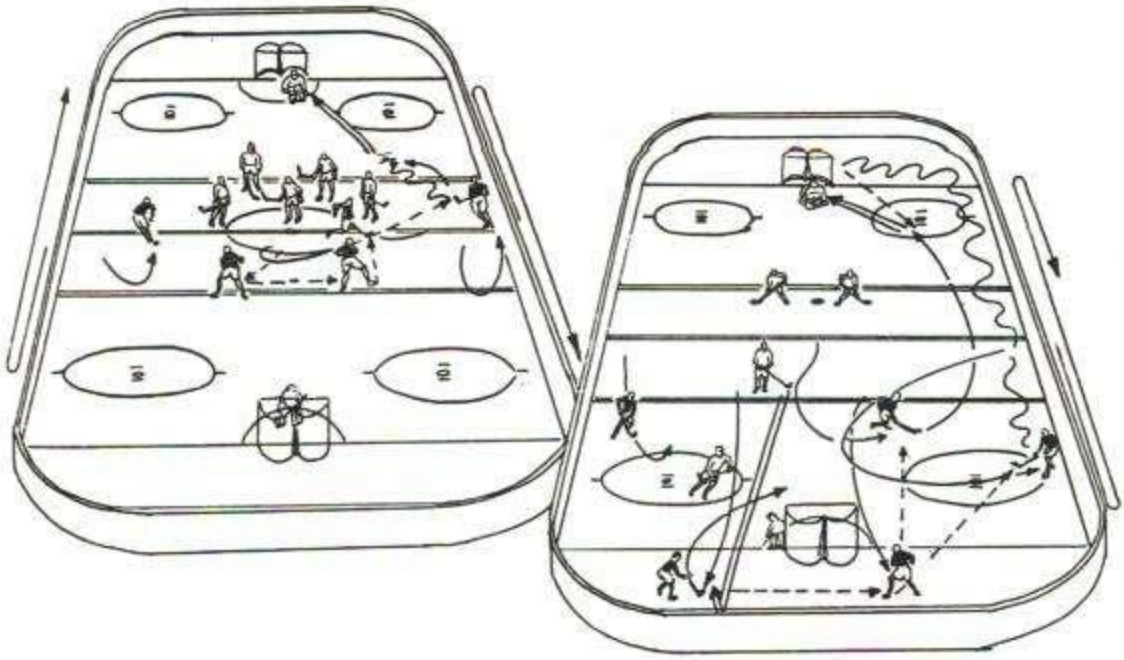


– 14 –



– 15 –

Ejercicios de preparación especial ejecutados mediante movimientos que permiten perfeccionar la orientación en el espacio.

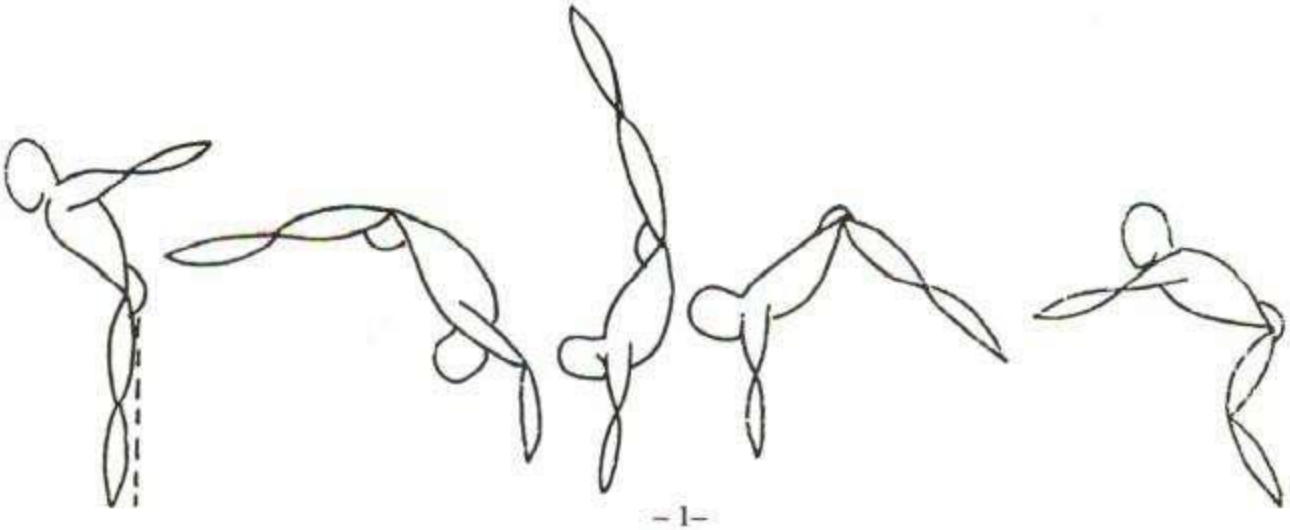


Ilustr.54(6). *Se inicia el ataque desde la zona central tras ganar el tejo a los defensas. Sin defensas. El delantero centro pasa el tejo hacia atrás al defensa, éste pasa al delantero centro el cual hace un pase al extremo. Se realiza el ataque mediante un lanzamiento tras dejar el tejo. Tras finalizar el ataque, se vuelve rápidamente a la zona central.*

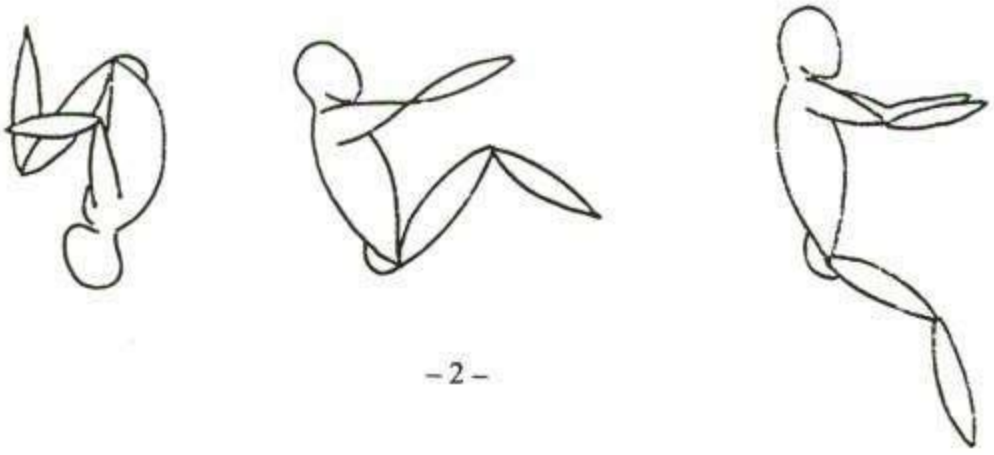
Ilustr.54(7). *Se inicia el ataque desde la portería o desde un ángulo de la cancha. Se traslada el juego hacia la zona de ataque. Cinco atacantes contra tres defensas. El entrenador lanza el tejo al ángulo de la cancha; un defensa lo lanza a otro defensa quien, a su vez, pasa el tejo al extremo o al delantero centro. Se finaliza el ataque mediante un lanzamiento tras disputar el tejo de la portería. Al principio el defensa impide pasar el tejo. Luego se le unen los defensas que juegan en el centro del campo. Al final del ataque, los cinco regresan rápidamente al punto de partida. Repetir 3-5 veces seguidas.*

Ilustr.54(8). *Los jugadores se disponen de cuatro en cuatro junto a la portería, en ángulos opuestos de la pista. Dos jugadores disputan el tejo a dos de los cuatro defensas mientras se deslizan a lo largo de la pista. El ataque finaliza mediante un lanzamiento. El cuarto jugador, ayudando al defensa en la zona central y en la zona de defensa, alcanza a los atacantes.* (Kochani y Gorski, 1986)

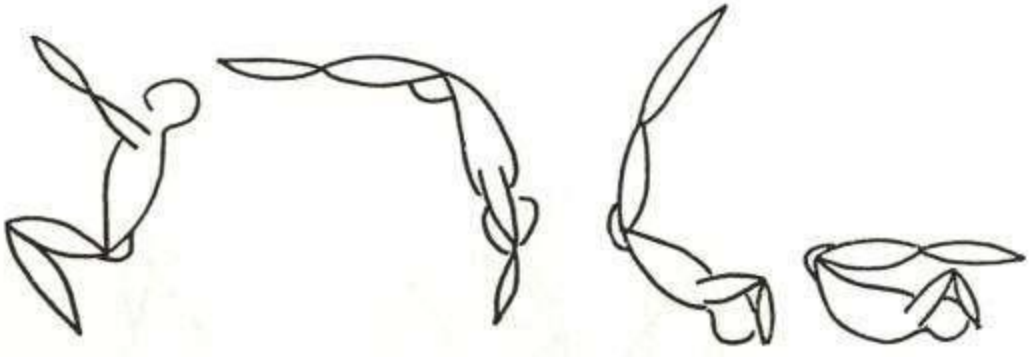
LUCHA: Ejercicios de preparación especial para desarrollar la agilidad de los luchadores. 1-6.



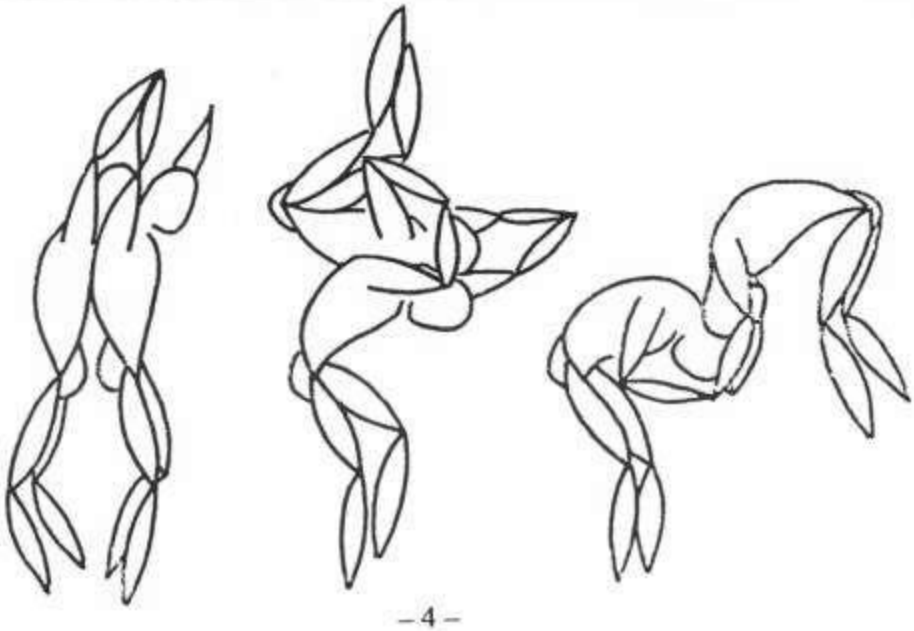
– 1 –



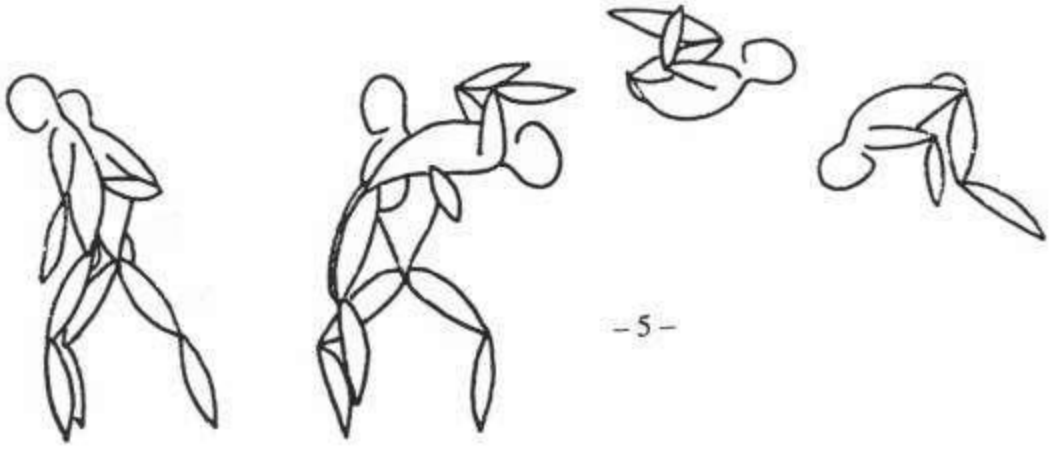
– 2 –



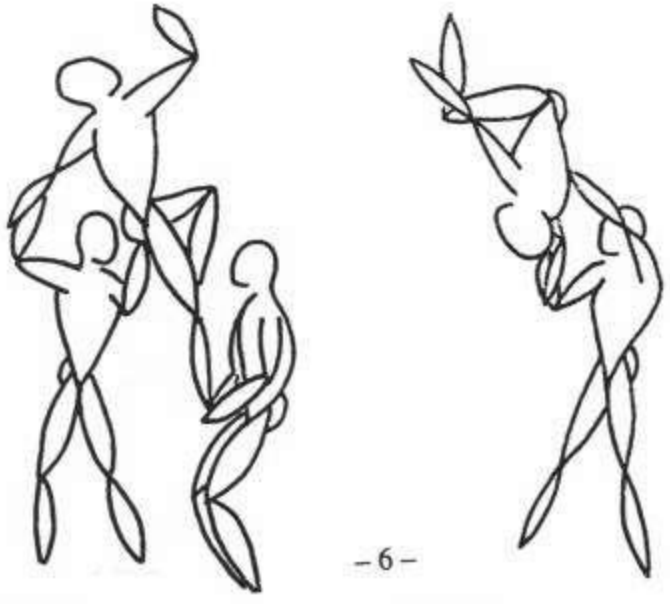
– 3 –



–4–

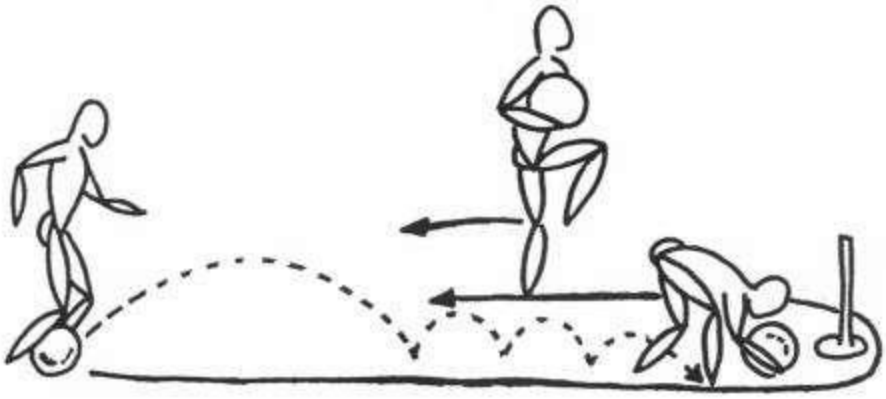


–5–



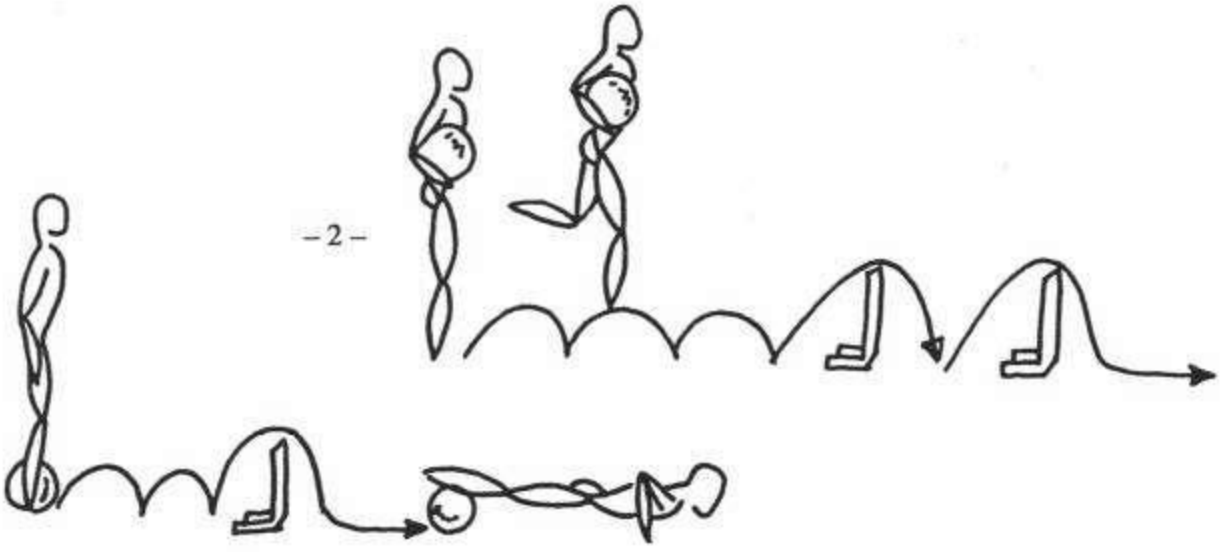
–6–

FÚTBOL: Ejercicios de preparación especial del jugador de fútbol para desarrollar la fuerza y la coordinación de movimientos. 1-10.

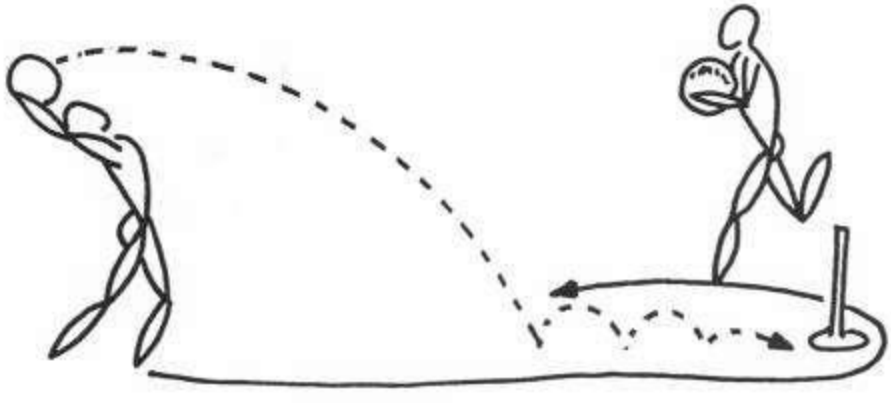


– 1 –

– 2 –

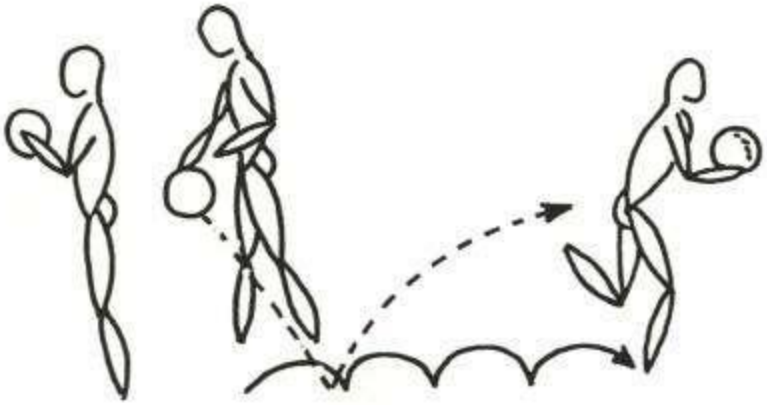


– 3 –



– 4 –

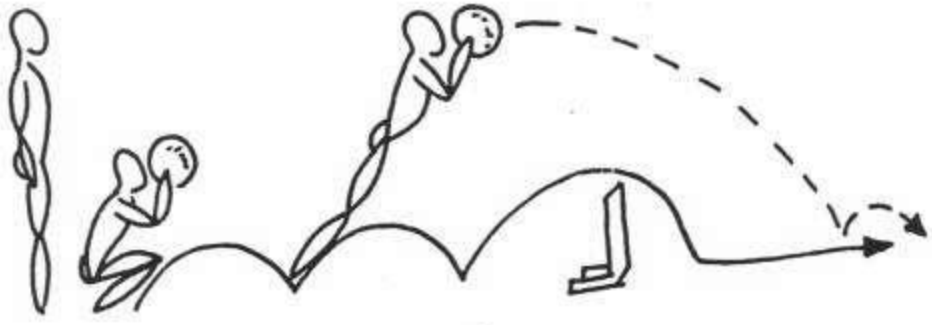
–5–



–6–

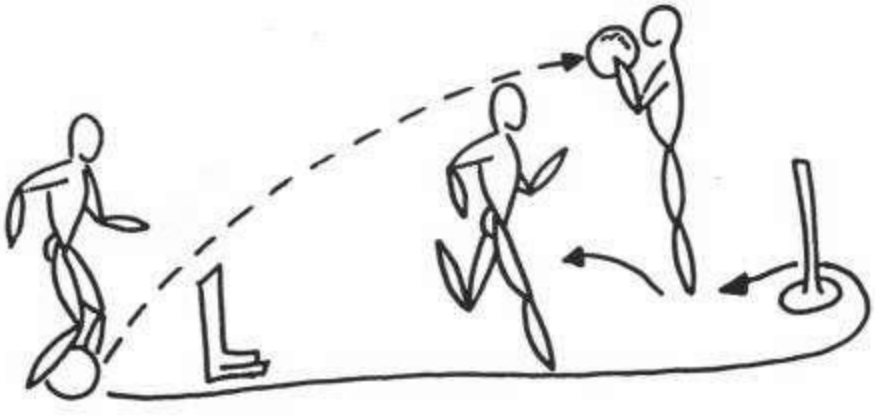
–7–

– 8 –



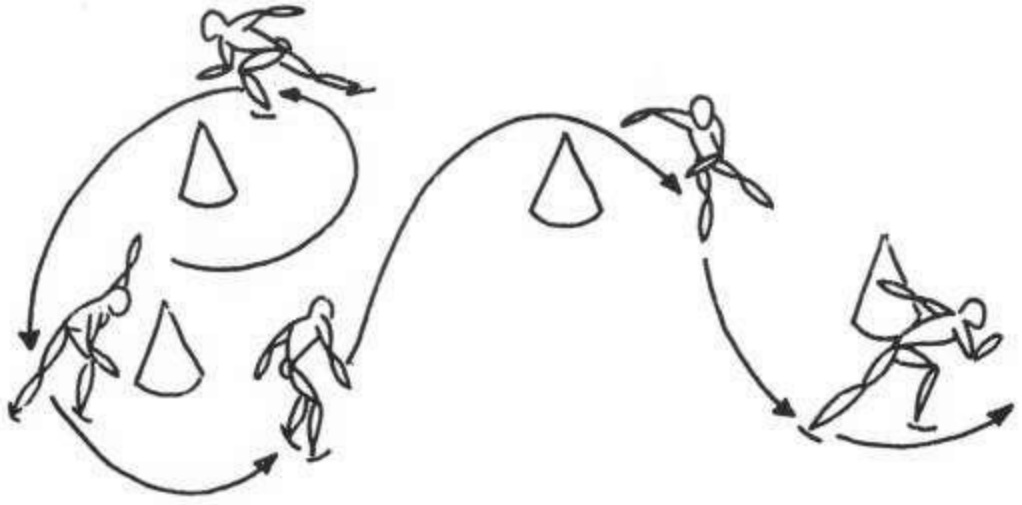
– 9 –

10

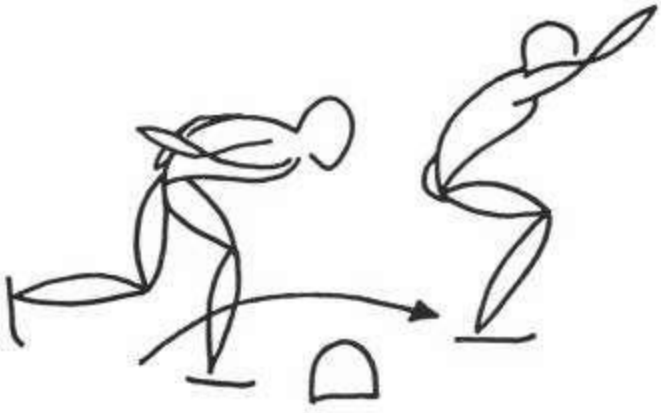


– 10 –

PATINAJE DE VELOCIDAD: Ejercicios de preparación especial para perfeccionar la velocidad y la coordinación. 1-3



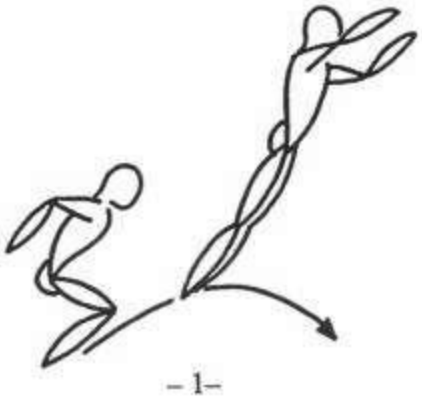
– 1–



– 2 –

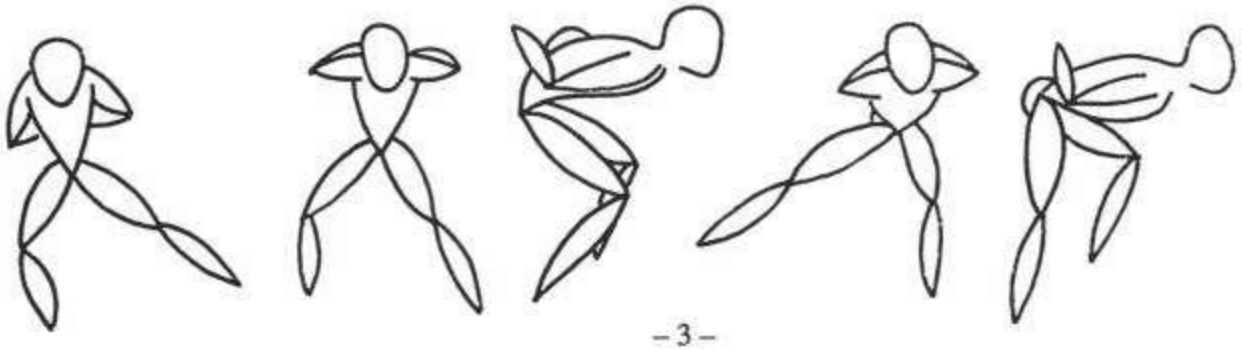
– 3 –

ESQUÍ: Ejercicios para perfeccionar la velocidad y la coordinación. 1-17.

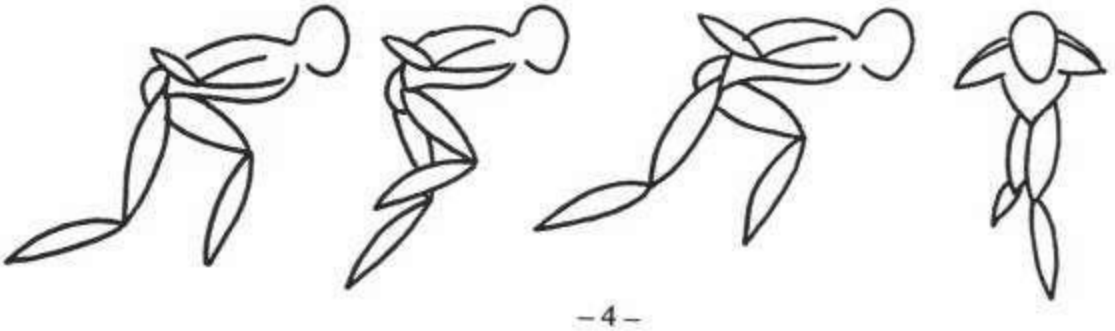


–1–

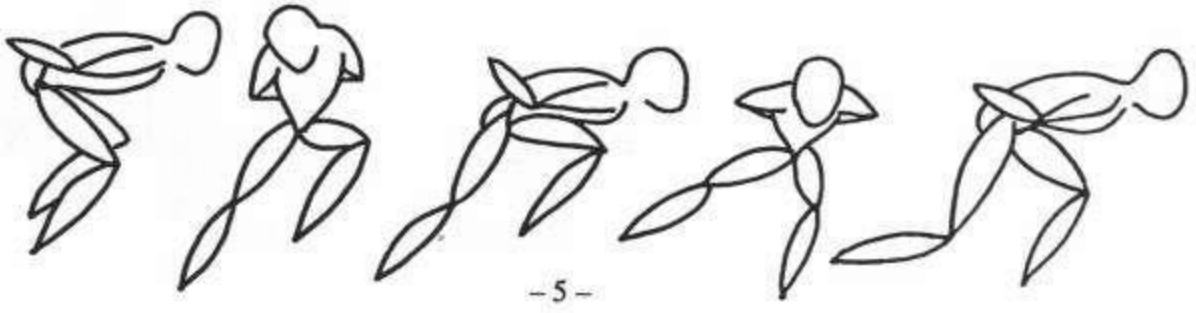
–2–



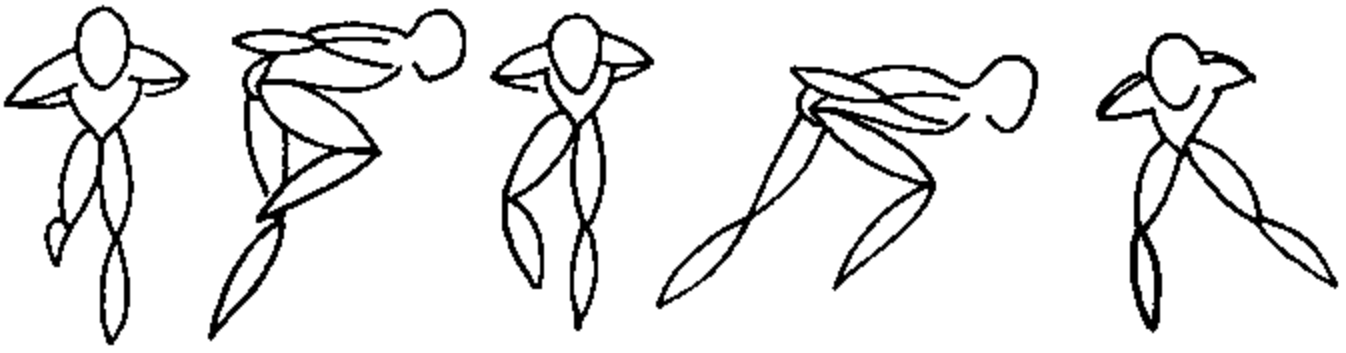
–3–



–4–



–5–

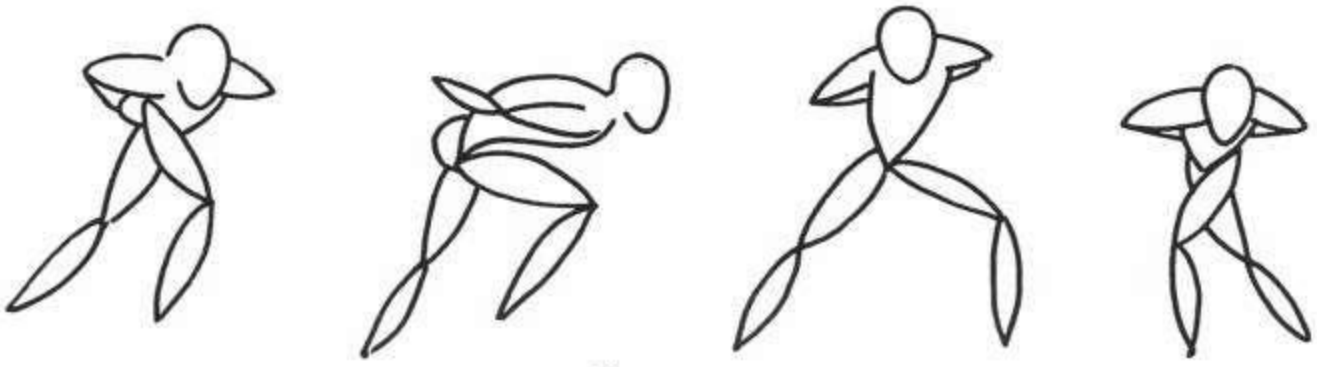


– 6 –

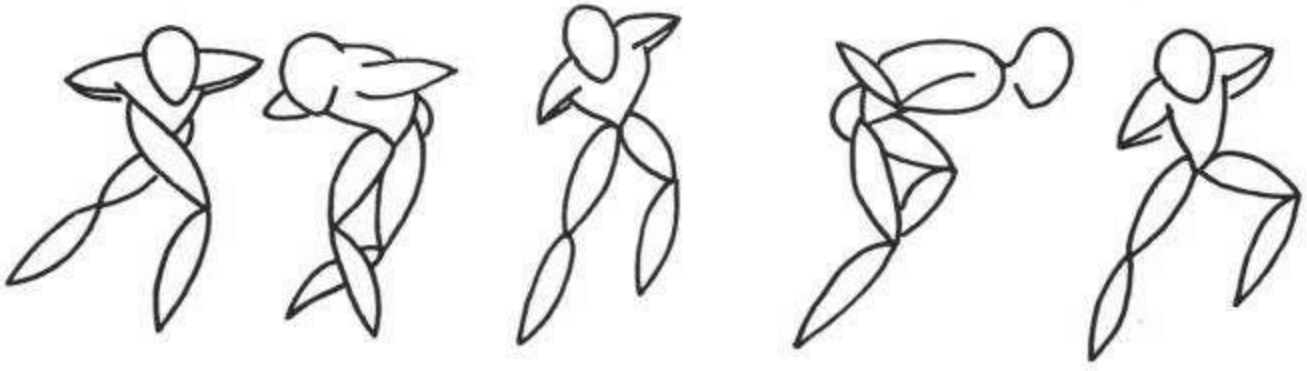
– 7 –

– 8 –

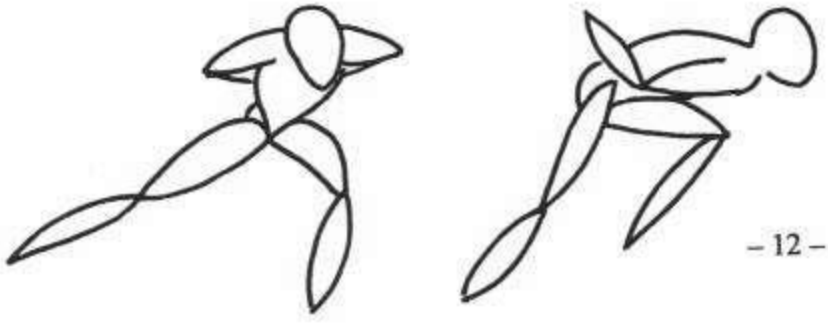
– 9 –



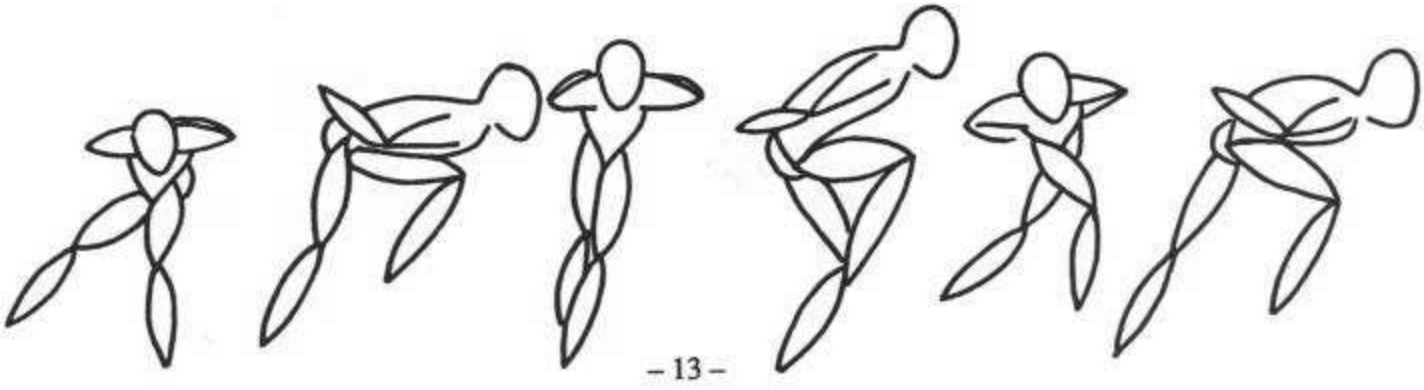
– 10 –



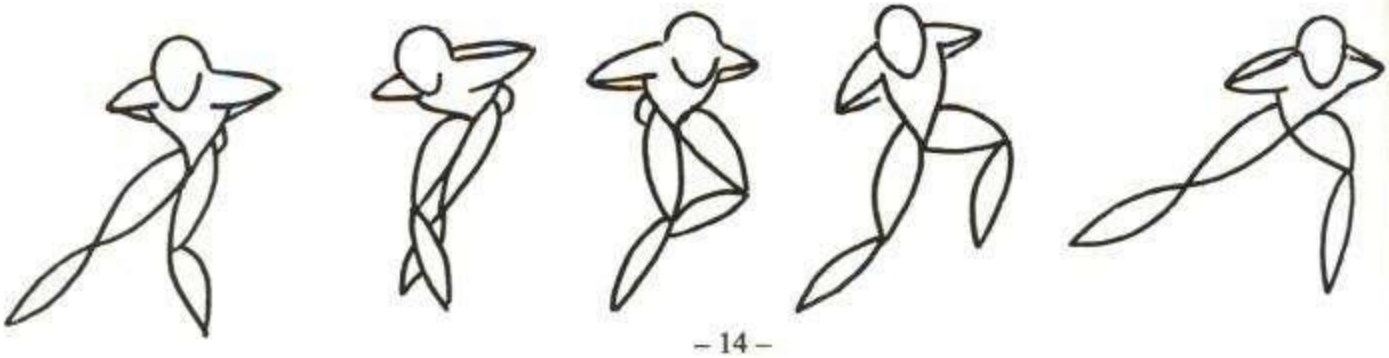
– 11 –



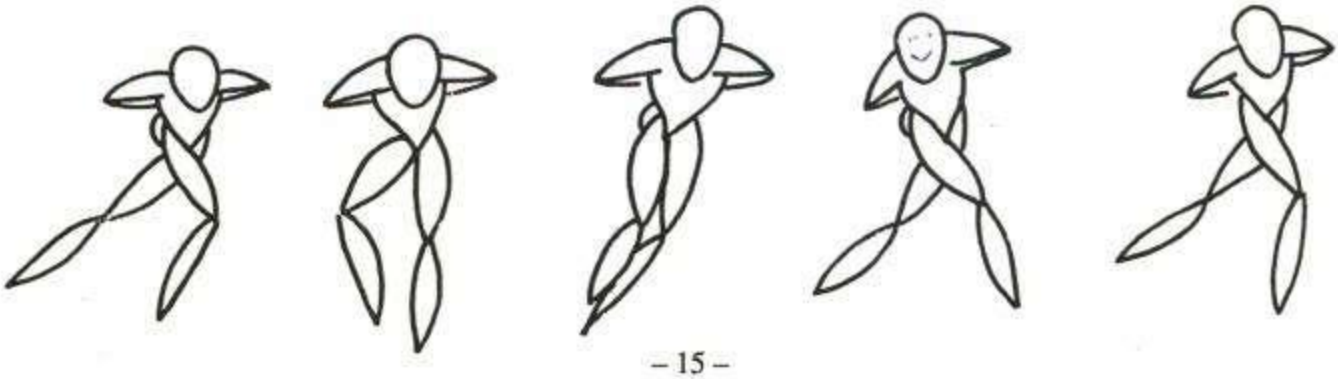
– 12 –



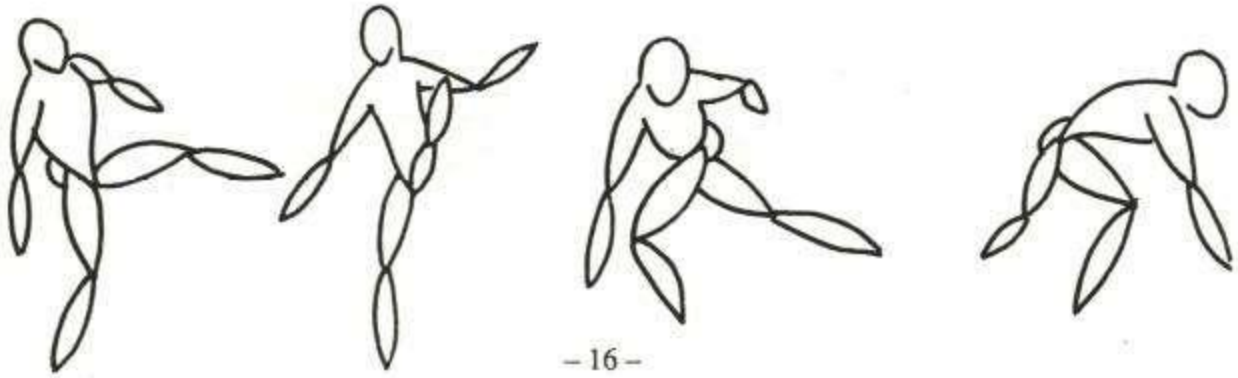
– 13 –



– 14 –



– 15 –



– 16 –

– 17 –

utilizan para perfeccionar los parámetros espaciales y dinámicos de los movimientos: sentido del tiempo, del ritmo y de los esfuerzos desarrollados.

GIMNASIA Y ACROBACIA: Ejercicios de preparación especial para perfeccionar la coordinación.

1. «Ángel», vertical, voltereta adelante, rueda, vertical, voltereta, salto con un giro de 360º.
2. Rueda, giro sobre una pierna, rueda, giro.
3. Giro sobre una pierna, giro sobre las dos, giro a caer sobre dos pies, mortal adelante.
4. Rondada, salto con giro, giro sobre una pierna, rondada, salto con giro, giro sobre una pierna.
5. Giro sobre una pierna, rondada, flic-flac sobre una pierna con giro, rondada, giro.
6. Giro, mortal adelante, giro, mortal adelante, mortal adelante.
7. Mortal adelante, giro, tigre con giro de 360º, mortal adelante.
8. Rondada, salto hacia arriba y hacia abajo con giro, tigre; rondada, salto con giro de 540º, voltereta.
9. Mortal adelante, mortal adelante, mortal adelante, mortal adelante.
10. Rueda, mortal lateral, rueda, mortal lateral.
11. Mortal adelante, rondada flic-flac, mortal atrás seguido de mortal adelante.
12. Mortal lateral, giro sobre una pierna, rondada mortal lateral.
13. Mortal adelante con giro, flic-flac sin manos «tempo», flic-flac mortal atrás agrupado.
14. Mortal lateral, mortal lateral, mortal lateral.
15. Rondada, flic-flac, flic-flac sin manos «tempo», flic-flac, mortal encogido atrás (encogido y planchado).
16. Rondada, flic-flac sin manos, media pirueta, rondada, flic-flac sin manos, media pirueta, mortal adelante.
17. Rondada, flic-flac sin manos, pirueta, flic-flac sin manos, pirueta.
18. Pirueta, mortal adelante con giro, pirueta, pirueta.
19. Rondada, twist, rondada twist, mortal adelante.
20. Rondada, pirueta, pirueta, pirueta, doble pirueta.

FÚTBOL: Ejercicios de preparación especial para perfeccionar la coordinación del futbolista.

1. Distintas volteretas y mortales.
2. Saltar por encima de una valla de 70 cm y pasar por debajo de una valla de la misma altura, situada a 2,5-3 m de distancia de la primera. Dar la vuelta y repetirlo todo en el orden inverso (3-4 veces).
3. Saltar por encima de una valla de 70-100 cm de altura, impulsar sobre los dos pies para ejecutar un mortal y sentarse en colchonetas «quitamiedos» (colchonetas para salto de altura).
4. Carrera, paloma en un caballo de salto de 100-150.
5. Saltar por encima de una valla de 70-100 cm, golpear el balón colgado cerca de la colchoneta, aceleración de 5-7 m, voltereta y sentarse sobre las colchonetas «quitamiedos».
6. Acelerar sobre 7-10 m y realizar una voltereta saltada para, durante la fase aérea, golpear un balón que está colgando y caer sobre las colchonetas. Aceleración sobre 5-7 m, voltereta y caer sentado sobre unas colchonetas que están más elevadas.
7. Carrera, saltar por encima de cuerdas de 40-50 cm de altura, situadas en escalera y tiro a puerta después de un pase por la izquierda o por la derecha.
8. Voltereta, aceleración, alcanzar el balón antes de la línea de control y tirar a puerta.
9. Ejercicio en tríos. Dos jugadores se sitúan con balones en una línea, a 8-10 m uno de otro. El tercero se halla en línea perpendicular a unos 15-20 m de distancia. Uno de los jugadores envía el balón por abajo al tercero; éste se lo devuelve y hace una voltereta hacia adelante, recibe el balón del otro jugador, lo devuelve, pero hace una voltereta atrás, etc.
10. Los deportistas están tendidos prono sobre las colchonetas. El entrenador emite las órdenes rápidamente: «¡a la izquierda!», «¡a la derecha!», «¡de espaldas!», «¡boca abajo», etc. Los deportistas deben variar lo más rápido posible la posición de partida: tendido prono, supino, lateral, etc.
11. Cama elástica. Saltos variando la posición de aterrizaje sobre la red.
12. Saltos de dos jugadores en el borde de la cama elástica chutando con la cabeza y con el pie, alternativamente.
13. Saltos en la cama elástica saltando luego sobre las colchonetas altas.
14. Jugar a quedarse, baloncesto, tenis.

Ejercicios de preparación especial para perfeccionar la valoración y la regulación de los parámetros dinámicos y espaciotemporales de los movimientos de los nadadores

Ejercicios para aumentar el sentido del tiempo:

Recorrer tramos de 50 m con el método fundamental y los suplementarios, con la ayuda de los brazos o de las piernas. Observaciones: Es preciso demostrar una marca próxima a la que determine el entrenador. Hay que planificar el recorrido de la distancia con resultados inferiores en 1, 2, 3, 4 y 5 seg a los máximos posibles.

Recorrer la distancia de competición según el gráfico. Observaciones: Cabe planificar un recorrido equilibrado de la distancia y aumentar la distancia de tramo en tramo.

Recorrer series de tramos de distinta longitud (10-12 x 50 m, 6-8 x 100 m, 4-6 x 200 m, 3-4 x 400 m), con aumento constante de la velocidad, o con disminución constante. Observaciones: Es indispensable, variar el resultado de cada tramo o distancia. Por ejemplo, al recorrer cada tramo, el tiempo deberá disminuir en 1 seg.

Recorrer la distancia de competición o las series de tramos (4-6 x 50 m, 3-4 x 100 m, etc. variando libremente la velocidad. Observaciones: la meta principal consiste en controlar la velocidad y contraponer las percepciones subjetivas del tiempo de nado de las distancias y los tramos con los datos reales.

Recorrer los tramos (8 x 50 m, 5 x 100 m, 3 x 200 m) a una velocidad determinada con un cambio constante del ritmo de los movimientos. Observación: la finalidad principal consiste en lograr un resultado idéntico en el recorrido de los tramos o de las distancias con distintos índices del ritmo de los movimientos: hasta 4-6 movimientos más o menos que en la competición.

Ejercicios para aumentar el sentido del ritmo:

Recorrer a nado las distancias (100-1.000 m) a ritmo constante. Observaciones: La exigencia principal es lograr un ritmo constante de los movimientos al recorrer cada tramo de 50 m.

Recorrer los tramos y las distancias variando el ritmo de los movimientos. Observaciones: se determina un ritmo medio de movimientos para nadar las distancias de competición. Luego, al ejecutar distintos ejercicios y las series de ejercicios, el nadador debe lograr un ritmo con 2, 4 y 6 movimientos más y menos por minuto respecto al de competición.

Recorrido en series de 4-6 tramos de 50 m, aumentando el ritmo de tramo en tramo y manteniendo el resultado. Observaciones: se propone al nadador aumentar el ritmo en un ciclo al recorrer cada tramo. El primer tramo se recorre al ritmo de competición.

Ejercicios para aumentar el sentido del esfuerzo realizado:

Imitación de los movimientos de brazada durante un trabajo en una máquina isocinética (trabajo fuera del agua). Observaciones: el nadador debe variar la magnitud de los esfuerzos desarrollados entre 50 y 100% de la máxima con un control constante de la exactitud de los movimientos. Al principio, las indicaciones se ejecutan bajo control visual y motor, y luego sólo bajo control motor.

Ejercicios ejecutados en las máquinas Hüttel con una estricta dosificación de la resistencia (trabajo fuera del agua). Observaciones: la tarea fundamental consiste en cambiar constantemente la resistencia colocando y eliminando los resortes. El nadador debe determinar la magnitud de la sobrecarga. Las resistencias varían entre un 50 y un 80% respecto a las máximas.

Varios ejercicios con la barra de pesas, poleas, pesas y otras sobrecargas tanto bajo control mixto como bajo control motor (trabajo fuera del agua). Observaciones: la tarea consiste en variar constantemente la magnitud de las sobrecargas y lograr por parte del deportista un control exacto de la magnitud de los esfuerzos desarrollados.

Nadar en coordinación y con ayuda de los brazos sujetados (duración del trabajo: entre 30 y 120 seg). Es preciso mantener estrictamente la fuerza de tracción. Las oscilaciones de fuerza durante la ejecución de ejercicios de distinta duración es del 50-90% de la máxima posible.

Nadar agarrado a un aparato amortiguador de goma. El nadador debe estirar la cuerda a una longitud determinada según los distintos índices de la fuerza de tracción.

Nadar con distintos dispositivos de freno. Se recomienda al nadador mantener una velocidad determinada con distinto grado de frenado.

CAPITULO VII

La resistencia a la fatiga y el método para su perfeccionamiento

Se entiende como resistencia a la fatiga la capacidad de realizar un ejercicio, de manera eficaz, superando la fatiga que se produce. El nivel de desarrollo de esta capacidad está condicionado por el potencial energético del organismo del deportista y el grado en que se adecúa a las exigencias de cada modalidad concreta, la eficacia de la técnica y la táctica, los recursos psíquicos del deportista, los cuales, además de garantizar un alto nivel de actividad muscular durante los entrenamientos y las competiciones, retardan y contrarrestan el proceso de desarrollo de la fatiga.

La fatiga motora no constituye en sí un complejo de procesos fisiológicos único y común para los diferentes tipos de actividad muscular. Cabe suponer que, al igual que existen diferentes tipos de actividad muscular, éstos hacen intervenir diferentes sistemas y funciones fisiológicas en grado nada igual, existen también diferentes tipos de fatiga que en mayor o menor grado varían en cuanto a su fenomenología, localización y mecanismos de acción. Por ejemplo, si analizamos las causas de la fatiga durante la ejecución de diversos ejercicios de carácter aeróbico y anaeróbico, se presenta el siguiente cuadro, en su forma más general.

Durante la ejecución de los ejercicios de potencia anaeróbica máxima (hasta 15-20 seg), la fatiga, en primer lugar, está relacionada con los procesos que transcurren en el sistema nervioso central y el aparato ejecutor neuromuscular. Durante la ejecución de esos ejercicios, los centros motores activan el máximo número de motoneuronas espinales y garantizan la estimulación de alta frecuencia. La máxima actividad de los centros motores puede garantizarse en el transcurso de unos segundos, especialmente con respecto a las motoneuronas que inervan las fibras FT. Durante esos ejercicios se gastan con excepcional rapidez los fosfágenos, lo cual también constituye uno de los mecanismos principales de la fatiga.

Durante la ejecución de los ejercicios cuya potencia anaeróbica casi alcanza el valor máximo (suelen ser de 20 a 45 seg de duración), la fatiga no sólo está relacionada con el agotamiento de la capacidad del sistema nervioso central de activar eficazmente e impulsar con alta frecuencia la mayoría de las motoneuronas espinales que inervan los músculos en acción, y el agotamiento de las reservas de los fosfágenos, sino también con la acumulación de lactato en sangre y en los músculos, lo cual incide desfavorablemente en la actividad del sistema nervioso central.

Como efecto de la ejecución de los ejercicios cuya potencia anaeróbica es sustancialmente menor que la máxima (45-120 seg), la acumulación del lactato en músculos y sangre, y la incidencia negativa en el estado del sistema nervioso central, determinan ante todo el desarrollo de la fatiga.

Durante la ejecución de los ejercicios de máxima potencia aeróbica (3-10 min), la fatiga está relacionada tanto con la acumulación del lactato en músculos y sangre, como con el agotamiento de las reservas de glucosa en los músculos.

Los ejercicios de potencia aeróbica submáxima (30-80 min) están relacionados con una gran carga del sistema de transporte de oxígeno y el uso, en calidad de substrato, de la glucosa muscular y de la sangre. El desarrollo de la fatiga, a grandes rasgos, se traduce por un agotamiento de las reservas de glucosa muscular y hepática, así como por una disminución de la productividad del miocardio.

Durante la ejecución de los ejercicios de capacidad aeróbica (80-120 min), la localización y los mecanismos de la fatiga son afines con los que son característicos para los ejercicios de potencia aeróbica. Además, en el desarrollo de la fatiga tiene gran importancia la alteración de la termo-

rregulación, lo cual puede provocar una elevación crítica de la temperatura corporal.

El desarrollo de la fatiga en los ejercicios de endurance (duración de más de 2 h) se caracteriza por la misma localización y los mismos mecanismos que los ejercicios de capacidad aeróbica, pero los procesos de fatiga se desarrollan con menos intensidad. Además, conviene destacar el importante papel que desempeñan las grasas para suministrar la energía necesaria para el trabajo, así como la influencia de los productos de descomposición de dichas grasas, (cuya oxidación es incompleta), en el desarrollo de la fatiga.

De este modo, durante la ejecución de cualquier ejercicio podemos destacar los sistemas principales que soportan la carga máxima, sistemas cuyas posibilidades funcionales determinan la capacidad del deportista para ejecutar los ejercicios al nivel de intensidad que se requiere, así como la duración máxima del cumplimiento del ejercicio. En cuanto a la localización de la fatiga, podemos destacar los sistemas reguladores (sistema nervioso central, sistema nervioso vegetativo, sistema hormonal), sistemas vegetativos (respiración, circulación sanguínea, sangre), sistema ejecutor (motor).

Respecto a la actividad muscular intensa conviene diferenciar la fatiga evidente, cuya manifestación es la disminución de la capacidad de trabajo y la imposibilidad de cumplirlo en el régimen estipulado, debido a las alteraciones no compensadas de la actividad de los sistemas reguladores y ejecutores, y la fatiga latente (compensada), caracterizada por la falta de economía de las funciones, el empeoramiento de la coordinación intramuscular e intermuscular, las modificaciones sustanciales de la estructura de los movimientos, la tensión máxima, o casi máxima, de los sistemas reguladores y ejecutores, etc., pero que todavía no se acompaña de la disminución de la capacidad de trabajo, como efecto del agotamiento de las capacidades compensatorias del organismo.

Para desarrollar la resistencia a la fatiga, el trabajo en las condiciones de cansancio compensado es el estímulo más intenso para que transcurran unos procesos de adaptación eficaces. Los deportistas de élite, que se destacan por el alto nivel de resistencia a la fatiga, son capaces de trabajar largo tiempo en las condiciones de fatiga compensada. Los primeros indicios de fatiga latente, que se manifiestan en una disminución del carácter ahorrativo del trabajo, a menudo se dejan percibir a principios de la segunda mitad del trabajo. Poco a poco, estos cambios se acentúan, en el sentido de un agotamiento cada vez más profundo de las reservas funcionales, y alcanzan valores máximos para un trabajo dado en el momento de transición de la fatiga latente a la explícita, o sea, en el momento en que la capacidad de trabajo del deportista disminuye visiblemente (Sirenko, 1990; Platónov, 1988).

Los individuos sedentarios, así como los deportistas de poco nivel, no tienen la capacidad de compensar la fatiga creciente mediante una reordenación eficaz de las funciones motora y vegetativa, en el sentido de hallar reservas latentes para seguir ejecutando un trabajo. Por ello, la duración del trabajo en las condiciones de cansancio compensado es, para ellos, considerablemente menor que la de los deportistas de alto nivel.

El análisis esquemático de los factores que limitan la capacidad de trabajo de un deportista durante los esfuerzos de diferente grado de intensidad, no refleja todo el conjunto de causas por las cuales se produce la fatiga en las diversas condiciones de la actividad motriz, característica de los deportes modernos. Algunas modalidades (por ejemplo, tiro olímpico, tiro con arco), mientras no exigen elevadas capacidades del sistema de suministro energético, plantean al mismo tiempo elevadísimas exigencias a la actividad de los analizadores, cuyas posibilidades limitan la resistencia a la fatiga. Las emociones intensas, que acompañan las competiciones responsables, especialmente en los juegos deportivos y enfrentamientos individuales, son capaces de promover al primer plano los factores psíquicos del desarrollo de la fatiga, lo cual debe tomarse en consideración tanto en el análisis de la estructura como de la metodología del desarrollo de la resistencia a la fatiga.

Muchas modalidades deportivas tienen un carácter de trabajo excepcionalmente variado (juegos deportivos, enfrentamientos individuales); los diversos elementos de la actividad competitiva se realizan en un rango de potencia muy amplio: de la máxima anaeróbica a la mínima aeróbica. También oscila dentro de un marco muy amplio, la duración del trabajo en diferentes zonas y el orden de transición de un régimen de potencia a otro. Ello, naturalmente, exige una actitud especial a la tarea de desarrollar la resistencia a la fatiga de los deportistas especializados en estas modalidades.

La resistencia a la fatiga depende en gran medida del volumen de los músculos ocupados en el trabajo (ejercicios locales, regionales, globales), el régimen de trabajo de los músculos (dinámico, estático, mixto), las fibras musculares que intervienen en el trabajo preferentemente, en función de la potencia de este último (fibras FTa, FTb, ST).

TIPOS DE RESISTENCIA A LA FATIGA

La multitud de factores que determinan el nivel de resistencia a la fatiga en diferentes tipos de actividad muscular llevó a los especialistas a clasificar los tipos de resistencia a la fatiga a partir de varios índices. La resistencia a la fatiga suele subdividirse en: general y especial, de entrenamiento y de competición, local, regional y global, aeróbica y anaeróbica, muscular y vegetativa, sensorial y emocional, estática y dinámica, de velocidad y de fuerza. Tal clasificación de la resistencia a la fatiga permite, en cada caso concreto, llevar a cabo el análisis de los factores que determinan la manifestación de la cualidad concreta, escoger la metodología más eficaz, pero no se adecúa en grado suficiente a las exigencias específicas planteadas por la actividad del entrenamiento y de la competición en la modalidad deportiva concreta. El estudio de los rasgos específicos en cada modalidad concreta debe partir del análisis de factores que limitan al nivel de manifestación de esta calidad en la actividad competitiva, habida cuenta de toda la diversidad de la actividad motora y las demandas que esta última engendra con respecto a los órganos reguladores y ejecutores.

Para fines prácticos, podemos dividir la resistencia a la fatiga en general y especial. Según los conceptos que se han formado, la resistencia general a la fatiga se entiende como la capacidad del deportista de ejecutar de manera eficaz y continua un trabajo de intensidad moderada (de carácter aeróbico), en el cual interviene una considerable parte del aparato muscular. Pero tal interpretación, pese a estar profundamente arraigada en la bibliografía especial y en la práctica deportiva, carece de la suficiente exactitud. Sólo es aceptable en su totalidad respecto a las modalidades deportivas y disciplinas deportivas donde el nivel del deportista se determina por la productividad aeróbica: ciclismo (carretera), carrera de fondo, carrera de esquí, etc. En lo que se refiere a las distancias cortas en las modalidades de carácter cíclico, las modalidades basadas en la velocidad y la fuerza y aquellas donde se necesita coordinación compleja, los enfrentamientos individuales y los juegos deportivos, esta definición debe ser precisada y completada, porque en estas modalidades son ante todo las capacidades de ejecutar el trabajo prolongado y eficaz, con velocidad, fuerza, y de carácter anaeróbico y coordinación compleja, las que forman la estructura de la resistencia general a la fatiga.

La ignorancia de este postulado llevó a graves errores tanto en la teoría como en la práctica deportiva. La manía de aumentar la resistencia general a la fatiga, lograda mediante un trabajo prolongado de intensidad moderada en las modalidades deportivas en las cuales las capacidades aeróbicas no son principales para determinar el resultado, conllevó consecuencias negativas que a menudo resultaron irreparables. Esto se expresaba en la supresión de las posibilidades de los deportistas para desarrollar las capacidades de velocidad, fuerza y coordinación, el aprendizaje tan sólo de un número limitado de procedimientos técnicos y acciones, así como la negligencia de crear la base funcional para desarrollar las cualidades necesarias para la modalidad determinada.

De este modo, la resistencia general a la fatiga debe determinarse como capacidad de ejecutar, de manera prolongada y eficaz, un trabajo de carácter no específico, que tiene un efecto positivo en el proceso de consolidación de los componentes específicos de la maestría deportiva gracias a la elevación del grado de adaptación a las cargas y los fenómenos de transferencia del nivel de entrenamiento, pasando de los tipos de actividad no específicos a los específicos.

La resistencia especial es la capacidad de ejecutar eficazmente el trabajo y superar la fatiga en las condiciones determinadas por las exigencias de la actividad competitiva en cada modalidad concreta. Matviéiev (1979) propuso discernir la «resistencia especial a la fatiga durante el entrenamiento», expresada en índices de volumen global y la intensidad del trabajo específico realizado durante los entrenamientos, y la «resistencia especial a la fatiga durante la competición», evaluada según la capacidad de trabajo y la eficacia de las acciones motoras y las peculiaridades de las manifestaciones psíquicas en el proceso de las competiciones.

La resistencia especial a la fatiga es una cualidad muy complicada, que tiene muchos componentes. En cada caso concreto su estructura se determina por la especificidad de la modalidad deportiva y su forma concreta. Según las peculiaridades de la modalidad deportiva la resistencia especial a la fatiga puede ser considerada, por preferencia, como local o global, aeróbica o anaeróbica, estática o dinámica, sensorial o emocional, etc. Cuando los factores que determinan las manifestaciones concretas de la resistencia a la fatiga en una u otra modalidad, son examinados a fondo, surge inevitablemente la necesidad de presentar la resistencia especial a la fatiga tomando en consideración las vías y los mecanismos de suministro energético, las manifestaciones psíquicas, las unidades motoras involucradas y el

régimen de trabajo de los músculos, en su relación orgánica con las capacidades técnicas y tácticas de los deportistas. Únicamente sobre esta base se logra garantizar el pleno desarrollo de esta cualidad en el marco de las exigencias específicas de una u otra modalidad deportiva.

No obstante, entre otros factores, cabe conceder un lugar especial a la sustentación energética de la actividad muscular y las vías de ampliar sus posibilidades. En la aplastante mayoría de las modalidades deportivas, precisamente las posibilidades del sistema de sustentación energética y la habilidad de aprovecharlas para ejecutar las acciones motoras que constituyen el contenido de la actividad de entrenamiento y de competición de los deportistas especializados en una u otra modalidad deportiva, o su rama concreta, adquieren un significado decisivo para alcanzar elevados índices de la resistencia a la fatiga.

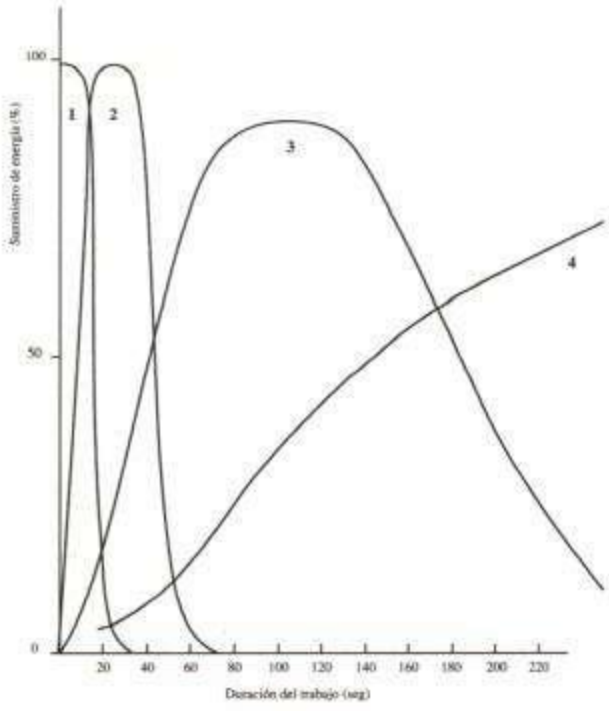
Por ello, en el presente capítulo, junto a la metodología del desarrollo de diferentes tipos de resistencia a la fatiga, se dedicará un considerable lugar a los mecanismos de suministro energético del trabajo de diferente potencia y a la metodología para elevar el potencial energético de los deportistas.

FUENTES DE SUMINISTRO ENERGÉTICO DEL TRABAJO MUSCULAR

La energía necesaria para cumplir el trabajo muscular se genera como efecto de las reacciones químicas basadas en el uso de las fuentes de tres tipos: anaeróbicas alactácidas, anaeróbicas lactácidas y aeróbicas. Las posibilidades de cada una de esas fuentes se determinan por la potencia, o sea, la velocidad de liberación de la energía en los procesos metabólicos, y la capacidad, o sea el volumen, de los fondos de substrato de posible utilización.

Las fuentes anaeróbicas alactácidas guardan relación con la utilización de adenosintrifosfato (ATP) y fosfocreatina (CP), y las lactácidas, con la disociación de la glucosa muscular y la formación del lactato. La cantidad de energía acumulada en forma de ATP, CP y glucosa en el músculo humano, varía considerablemente. En las cargas que exigen movilización máxima de las reacciones anaeróbicas, estas fuentes se usan de manera desigual: la energía garantizada por diferentes fuentes anaeróbicas, se distribuye en la proporción de 1:15:75 para el ATP, el CP y la glucosa respectivamente.

El aprovechamiento de las reservas de ATP de los tejidos, así como las de fosfocreatina y, en grado menor, miosina, pueden, en un tiempo mínimo, abastecer los órganos de trabajo con gran cantidad de energía. Las fuentes anaeróbicas alactácidas desempeñan un papel decisivo en el suministro energético del trabajo de máxima intensidad, cuya duración oscila entre 15-30 seg (ilustr.60, cuadro 18).



Ilustr.60. *Gasto de los recursos energéticos durante la actividad muscular de distinta duración. 1: ATP, 2: CP, 3: anaeróbicos lactácidos, 4: aeróbicos. (Holmer, 1979).*

Las fuentes anaeróbicas glucolíticas guardan relación con las reservas de glucosa en los músculos, que se disocia formando ATP y CP (glucólisis). Pero, en comparación con las fuentes anaeróbicas alactácidas, este modo de generación de energía se caracteriza por su acción más retardada, menos potencia, pero de duración considerablemente mayor. Estas fuentes son principales en el suministro energético del trabajo, cuya duración oscila de 30 seg a 6 min, y ellas precisamente determinan la resistencia a la fatiga en las distancias de 100 y 200 m, en las carreras ciclistas en la pista de 1.000 y 4.000 m, etc.

La cantidad total de la energía que puede desprenderse en las reacciones anaeróbicas, según el estudio de las modificaciones del contenido de ATP, CP y lactato durante las cargas físicas (Gollnik y Germansen, 1982; Karlsson y Saltin, 1971), puede evaluarse en 126 kj. Ello equivale,

Fuentes	Modos de formación	Tiempo de formación	Plazos de acción	Duración de la liberación de energía
Alácticas anaeróbicas	Reacción fosfocinatínica násica, ATP de los músculos	0	Hasta 30 seg	Hasta 10 seg
Lácticas anaerobia	Glucólisis con formación de ácido láctico	15-20	De 30 seg a 5-6 min	De 30 seg a 1 mn 30 seg
Aeróbicas	Oxidación de carbohidratos y grasas en presencia de oxígeno	90-180	Hasta varias horas	2-5 min

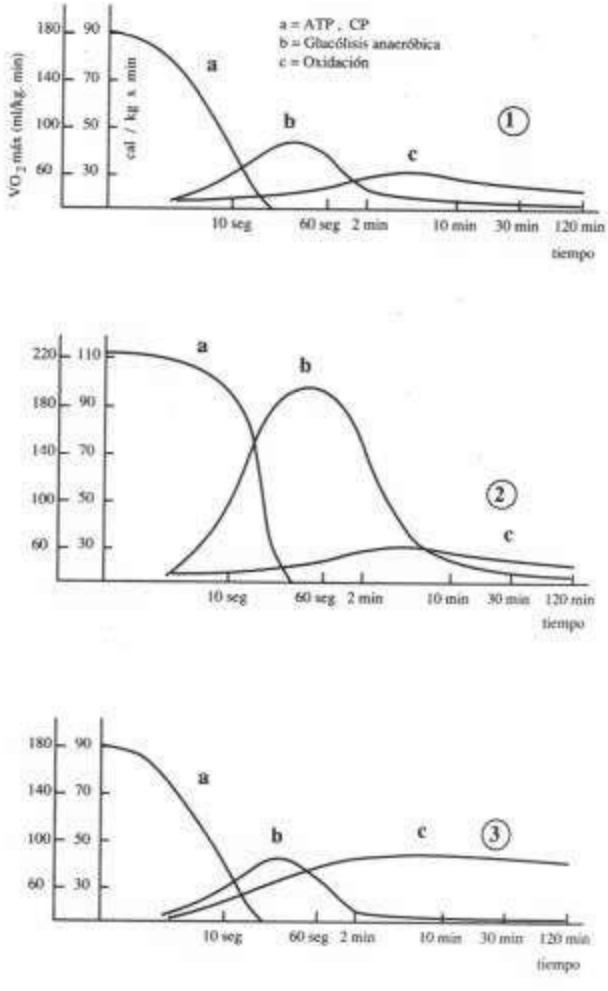
Cuadro 18

aproximadamente, a 6-7 l/min de oxígeno en el suministro aeróbico de energía porque por cada litro de oxígeno se desprenden 17,5-21 kj.

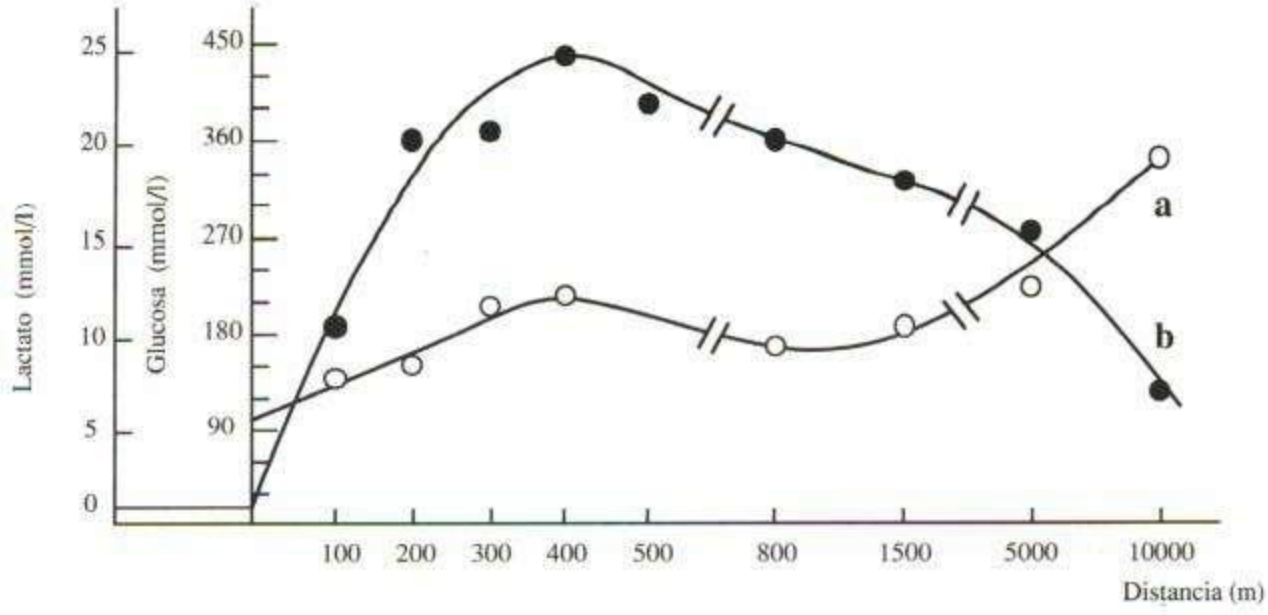
Las fuentes aeróbicas presuponen que los carbohidratos y las grasas son oxidados por el oxígeno del aire. Los procesos aeróbicos se desarrollan paulatinamente, pueden alcanzar sus índices máximos al cabo de unos minutos después de comenzar el trabajo (véase la ilustr.61).

Gracias a las considerables reservas de glucosa y grasas, que tiene el organismo, y la posibilidad ilimitada de asimilar el oxígeno del aire atmosférico, las fuentes aeróbicas, aunque su potencia es menor que la de las anaeróbicas, pueden garantizar la ejecución del trabajo durante un tiempo prolongado, es decir, que su capacidad es muy grande (véase el cuadro 18). La vía aeróbica de suministro energético es básica para el trabajo prolongado: carrera de 5.000 y 10.000 m, maratón, carreras ciclistas en carretera, carreras de esquí, natación de 800 y 1.500 m, carrera de patinaje de velocidad de 5.000 y 10.000 m.

La ilustración 61 presenta la idea de la potencia y capacidad de diferentes fuentes de energía en sedentarios y deportistas de diferente especialización. Estos datos también corroboran que el trabajo de diferente duración se determina por diferentes fuentes de energía. Por ejemplo, las cantidades máximas del lactato en sangre se alcanzan al recorrer 800 m de distancia, lo cual testimonia el amplio uso de las fuentes anaeróbicas lactácidas. El aumento de la distancia implica la disminución de las fuentes anaeróbicas y el aumento de las aeróbicas, lo cual se expresa por la drástica disminución de la cantidad de lactato en sangre arterial, y el aumento de la cantidad de glucosa (ilustr.62).



Ilustr.61. *Suministro energético de la actividad muscular de un trabajo de distinta duración en individuos sedentarios (1) y en deportistas de alto nivel, especializados en modalidades que plantean grandes exigencias a las posibilidades anaeróbicas (2) y aeróbicas (3).*



10.000 m. A: glucosa; B: lactato. (Keul, 1975).

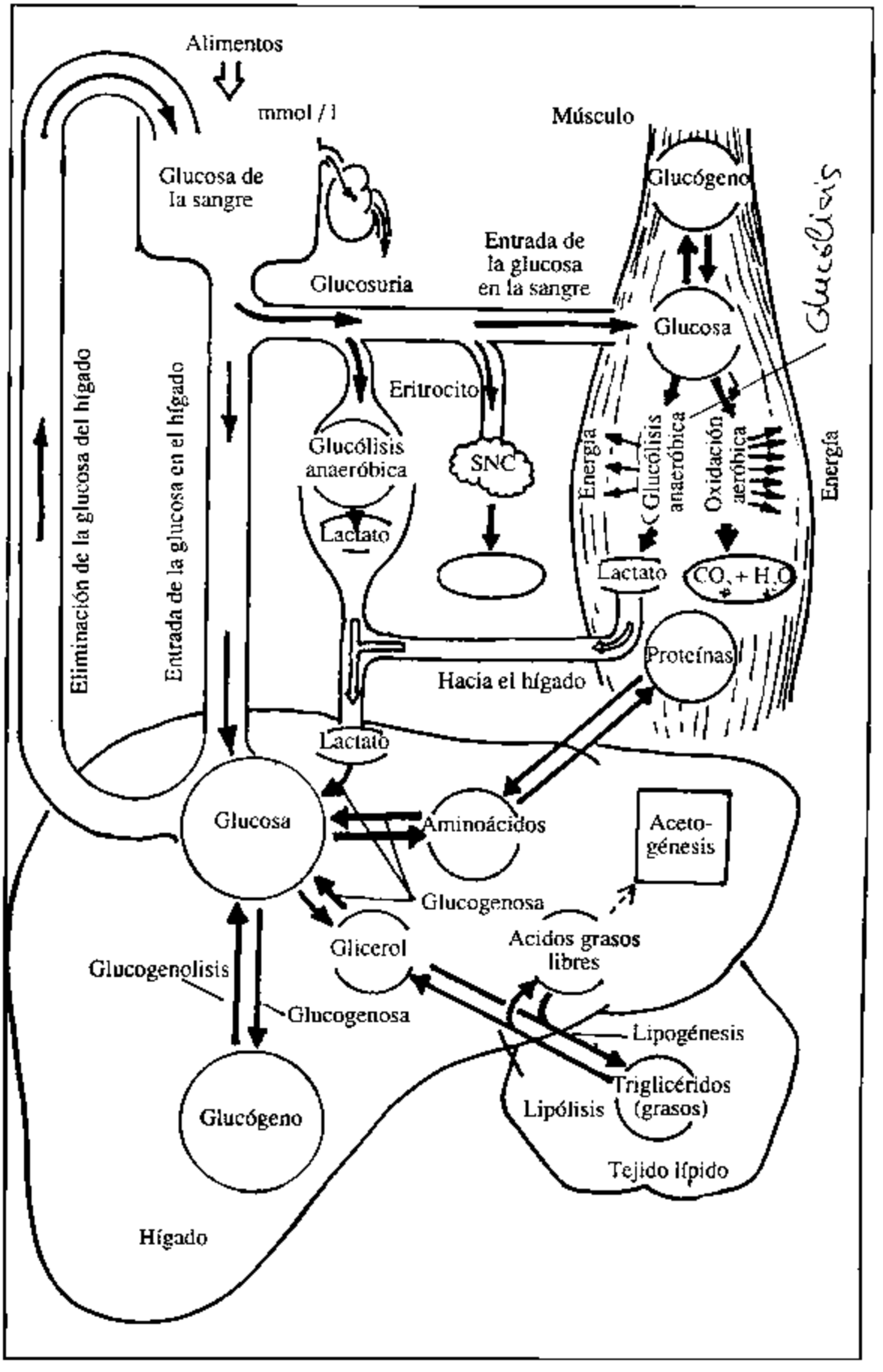
En el caso de una actividad intensa, los principales consumidores de glucosa son los músculos esqueléticos. La disocian tanto de manera aeróbica como anaeróbica, desprendiendo considerable cantidad de energía. Pese al gasto intenso, el nivel de glucosa sigue siendo constante o tan sólo se reduce en grado insignificante, gracias a la movilización del glucógeno depositado en el hígado (aprox. 10%) y la intensificación de su degradación formando glucosa, que viene de las células del hígado a la sangre.

El metabolismo de la glucosa está relacionado con tales procesos complejos como la glucólisis anaeróbica y aeróbica, la glucogénesis (síntesis del glucógeno a base de glucosa), glucólisis (degradación de glucógeno con formación de glucosa), gluconeogénesis (formación de glucosa de los productos de su disociación o sustancias de naturaleza no carbohidrática (aminoácidos, glicerina, hasta cierto grado, ácidos grasos). El consumo excesivo de glucosa conduce a la elevación de su concentración en la sangre (hiperglucemia). Si este nivel supera el umbral de reabsorción en los riñones (10 mmol/l), la glucosa puede aparecer en la orina (glucosuria). Cabe destacar que la hiperglucemia estimula la síntesis de glucógeno, no sólo en el hígado sino también en los músculos, así como la transformación de glucosa en grasas y colesterina (ilustr.63).

Es ampliamente difundida la opinión según la cual, al ejecutar un trabajo de alta intensidad, la energía, en lo fundamental, es suministrada a expensas de las reservas de ATP y de CP, mientras no se produce la activación de la degradación anaeróbica de glucógeno ni se produce lactato ni se agoten sustancialmente las reservas de fosfágenos. Pero las investigaciones en las cuales se ha estudiado la reacción del organismo al trabajo de alta intensidad después de cada 10 seg de su ejecución (Saltin, Gollnick, Ericksson y Piehl, 1972) demostraron convincentemente que desde los primeros segundos de trabajo, en el músculo se activa la glucólisis, lo cual se confirma con el aumento en flecha de la concentración del lactato y la disminución de la concentración de glucógeno en el músculo en la etapa inicial de la transición del estado de reposo al trabajo intenso. Incluso en la carrera de 100 m se registran altos índices de lactato en sangre de los deportistas, que alcanzan 15 mmol/l o más.

FACTORES QUE DETERMINAN EL NIVEL DE LAS POSIBILIDADES ANAERÓBICAS

El nivel de la máxima potencia anaeróbica depende de la cantidad de fosfatos (ATP y CP) en los músculos y la velocidad de su aprovechamiento. Bajo el efecto del entrenamiento en carrera de corta distancia los índices de la potencia anaeróbica pueden aumentar en grado considerable. La peculiaridad específica de cada modalidad deportiva incide de manera sustancial en la potencia del


Alimentos
mmol / l
Glucosa de la sangre
Glucosuria
Eliminación de la glucosa del hígado
Entrada de la glucosa en el hígado
Entrada de la glucosa en la sangre
Eritrocito
Glucólisis anaeróbica
Lactato
SNC
Músculo
Glucógeno
Glucosa
Glucólisis
Energía
Glucólisis anaeróbica
Oxidación aeróbica
Energía
Lactato
$CO_2 + H_2O$
Proteínas
Hacia el hígado
Lactato
Glucosa
Aminoácidos
Aceto-génesis
Glucogenosa
Glicerol
Acidos grasos libres
Glucogenolisis
Glucogenosa
Lipogénesis
Triglicéridos (grasos)
Lipólisis
Glucógeno
Tejido lípido
Hígado

Ilustr.63.

sistema anaeróbico de generación de energía: sus índices máximos corresponden a los corredores de corta distancia, lanzadores y saltadores.

La potencia de las fuentes anaeróbicas alactácidas, expresada en el equivalente de oxígeno, puede alcanzar 200-250 ml/kg.min (Prampero, 1980). Estos índices caracterizan a los deportistas de alto nivel, especializados en las modalidades que requieren fuerza-velocidad. Los índices de los sedentarios son considerablemente más bajos y no suelen superar los 140 ml/kg.min.

La potencia máxima del proceso anaeróbico alactácido ya se alcanza 0,5-0,7 seg después de iniciar el trabajo y puede mantenerse durante 7-15 seg en sedentarios, y alcanza 25-30 seg en los deportistas de alta categoría especializados en las modalidades donde la duración de la competición varía entre 20-25 seg. Esto determina la duración óptima de los ejercicios cuyo objetivo es elevar la potencia del proceso anaeróbico alactácido de generación de energía (Howald, 1974). Para los deportistas de nivel relativamente bajo, la duración de los ejercicios suele ser de 10-15 seg; para los deportistas de alto nivel, hasta 20-25, y a veces 40-50 seg.

En el trabajo relacionado con las carreras de corta distancia y las modalidades de velocidad y fuerza, los resultados, en gran medida, son condicionados por la capacidad de los deportistas de movilizar rápidamente gran cantidad de energía utilizando las fuentes anaeróbicas alactácidas. Las investigaciones (Hirvonen et al., 1987) demuestran que los deportistas bien entrenados y de alto nivel tienen una velocidad de degradación de fosfatos de alta energía mucho más elevada para ejecutar el trabajo de intensidad máxima.

Cuando la intensidad del trabajo no supera el 60% de los valores límite de consumo de oxígeno, la concentración de ATP y CP en los músculos se reduce de manera insignificante. Se registra una considerable disminución de ATP y CP cuando la intensidad del trabajo supera un 75-80% del nivel máximo de $\dot{V}O_2$. Cabe destacar que incluso con las cargas máximas de carácter anaeróbico alactácido la concentración de ATP en los músculos no disminuye por debajo del 60% de los valores característicos para el estado de reposo. Ello demuestra que el ATP muscular no puede ser utilizado por completo para el suministro energético del trabajo. Al propio tiempo, las reservas de CP pueden ser utilizadas casi completamente, lo cual demuestra el gran papel que este substrato desempeña en la recuperación de ATP, que es el substrato directo para las contracciones musculares (Gollnik y Hermansen, 1982; Kindermann, Simen y Keul, 1979).

Los entrenamientos incrementan sustancialmente también los índices de capacidad máxima del sistema anaeróbico de suministro energético. Para individuos no entrenados, la cantidad máxima de energía desprendida como efecto del uso de fosfágenos, se evalúa como 420 j/kg, o sea, 1,5-2 l/min de consumo de oxígeno. Gracias al entrenamiento de carácter de fuerza-velocidad, la capacidad de los procesos alactácidos puede aumentar en 1,5-2 veces. Para personas no entrenadas, la magnitud de la energía generada como producto de la glucólisis anaeróbica no supera, la mayoría de las veces, los 840 j/kg, lo cual corresponde a una concentración de lactato en sangre igual a 13 mmol/l aproximadamente. Para los deportistas de alto nivel especializados en las modalidades que plantean elevadas exigencias a las posibilidades glucolíticas anaeróbicas, la cantidad de lactato en sangre puede superar 25-30 mmol/l, lo cual corresponde a los índices de la capacidad anaeróbica lactácida de orden de 1760-2090 j/kg (Kots, 1986).

Cabe señalar que los cambios producidos debido a la adaptación, como efecto del entrenamiento de orientación anaeróbica lactácida, afectan preferentemente a las fibras FT, lo cual se manifiesta en el aumento de su capacidad glucolítica, evaluada, en particular, por la actividad de glicerofosfatodehidrogenasa (Gollnik y Hermansen, 1982).

La adaptación muscular, durante largo tiempo, a las cargas de carácter anaeróbico, conlleva el aumento considerable del contenido de glucógeno en los músculos (hasta 3 veces), lo cual provoca un aumento sustancial de la capacidad del sistema de la glucólisis (Yákovlev, 1981; Wenger, Wilkinson, Dallaire y Nihei, 1981).

Un entrenamiento intenso de finalidad aeróbica suprime la actividad de los enzimas glucolíticos (Jansson y Kaiser, 1977). Los deportistas especializados en modalidades que exigen altos índices de resistencia a la fatiga (corredores de largas distancias, esquiadores, ciclistas de carretera) tienen un potencial glucolítico muy bajo (Costill, Fink y Pollock, 1976; Costill, Coyle, Fink et al., 1979). Las cargas máximas, con la activación de la mayor parte de los músculos (70% y más), provocan, en estas personas, concentraciones máximas de lactato en sangre durante unos minutos. Según el nivel de entrenamiento, las magnitudes máximas de la concentración de lactato y el tiempo de su aparición en la sangre arterial, después de finalizar la acción de la carga, oscilan dentro de amplios límites. Para los deportistas de alta categoría especializados en las modalidades que exigen las máximas posibilida-

des glucolíticas, las concentraciones de lactato en sangre pueden alcanzar 16-22, y a veces 25 mmol/l o más. Estas magnitudes suelen registrarse al cabo de 5-7 min. En el caso de personas no entrenadas para el trabajo de carácter glucolítico, así como en los deportistas de alto nivel especializados en las modalidades que exigen un elevado nivel de las posibilidades aeróbicas, suelen registrarse concentraciones relativamente bajas de lactato: 6-12 mmol/l. Conviene indicar que las concentraciones máximas de lactato en sangre, junto con el efecto específico del entrenamiento, dependen en gran parte también de la cantidad de las fibras FT del tejido muscular. Los individuos no entrenados, con gran cantidad de tales fibras, pueden alcanzar, en los momentos de carga límite, elevadas concentraciones de lactato en sangre arterial.

FACTORES QUE DETERMINAN EL NIVEL DE LAS POSIBILIDADES AERÓBICAS

El nivel de la productividad aeróbica depende de la capacidad del sistema de transporte de oxígeno para, absorberlo del aire ambiental y llevarlo a los músculos en actividad y a otros órganos y tejidos activos del cuerpo, y de las capacidades del sistema de utilización del oxígeno, o sea, el sistema muscular que extrae y utiliza el oxígeno transportado por la sangre.

Cada uno de esos sistemas tiene eslabones poco relacionados con el nivel de productividad aeróbica, que prácticamente no limitan la resistencia del deportista a la fatiga durante un trabajo prolongado, y otros eslabones que son importantísimos para alcanzar elevadas posibilidades aeróbicas. Por ejemplo, muchos parámetros de la respiración exterior no limitan el nivel de productividad aeróbica. Al mismo tiempo, tales índices de funcionamiento del corazón como son el volumen sistólico y el volumen minuto cardíaco, desempeñan un importantísimo papel para alcanzar elevados índices de consumo de oxígeno. Podemos considerar como un hecho comúnmente aceptado que el aumento del volumen sistólico máximo y el volumen minuto cardíaco son la causa del aumento, en aproximadamente 50%, de la cantidad de $\dot{V}O_2$, y el resto del incremento es el efecto de la elevación de la absorción de O_2 por las células musculares, lo cual se refleja en el aumento de la diferencia entre los flujos arterial y venoso.

En los deportistas destacados especializados en las modalidades que exigen gran resistencia durante el trabajo aeróbico, se observan los máximos valores de la capacidad del sistema aeróbico de suministro energético, expresados por los índices de $\dot{V}O_2$máx. Entre los hombres, se registran valores absolutos de consumo máximo de oxígeno que alcanzan 6.000-7.000 ml/min, los valores relativos pueden alcanzar 85-95 ml/kg.min. Entre las mujeres, los valores absolutos de $\dot{V}O_2$máx pueden alcanzar 4-4,5 l/min, los relativos 65-72 ml/kg.min.

Existen enormes diferencias en cuanto a los valores relativos máximos de consumo de oxígeno, registrados en los deportistas de alta categoría especializados en diferentes modalidades. Por ejemplo, en ciclistas de carretera, remeros, corredores de larga distancia, se registran valores medios que oscilan entre 70-80 ml/kg.min. Al mismo tiempo, entre los gimnastas y acróbatas, los valores relativos del consumo máximo de oxígeno suponen 35-40 ml/kg.min, o sea, no superan aquellos que caracterizan a los individuos sedentarios.

Las peculiaridades de la adaptación del sistema aeróbico de suministro energético guardan una estrecha relación con los rasgos específicos de las competiciones en cada modalidad concreta. En particular, la actividad de los remeros, nadadores o ciclistas no implica la necesidad de ejecutar un trabajo considerable contra la fuerza de la gravedad (Hollmer y Åstrand, 1972; Hollmann y Hettinger, 1980). Precisamente por ello, la masa del cuerpo de los deportistas especializados en estas modalidades suele ser mucho mayor que la masa del cuerpo de los corredores de maratón. Basta decir que entre los remeros de élite, la masa del cuerpo oscila entre 90-100 kg, los ciclistas de carretera, 70-75 kg, los nadadores de largas distancias, 72-78 kg. Al mismo tiempo, entre los corredores de largas distancias, especialmente, de maratón, la masa del cuerpo suele oscilar entre los 50-60 kg. Precisamente por ello, los remeros alcanzan altos índices de resistencia a la fatiga con valores moderados de consumo máximo de oxígeno relativo (64-70 ml/kg.min) mientras sus índices absolutos son excepcionalmente elevados (6.000-7.000 ml/min), cuando los corredores de maratón tienen altísimos índices relativos de $\dot{V}O_2$máx (hasta 80-90 ml/min o más) y sus índices absolutos son moderados (4.000-4.800). Windham y colaboradores descubrieron que con la misma velocidad de la carrera (por ejemplo, 18 km/h), el corredor cuya masa del cuerpo es 60 kg, necesita 3,7 litros de oxígeno; si pesa 70 kg, necesita 4,3 l; si pesa 80 kg, necesita 4,6 l (Windham, Hollmann y Hettinger, 1980). Por eso, con posibilidades aeróbicas absolutas iguales, los de-

portistas cuya masa corporal es menor, tienen evidente ventaja. Si entre los ciclistas de carretera especializados en la carrera por equipo de 100 km, realizada en los trayectos llanos, a menudo se encuentran deportistas con la masa del cuerpo superior a los 80 kg, entre los ciclistas que alcanzan altos resultados en la carrera individual, especialmente en los trayectos montañosos, predominan los deportistas ligeros.

El nivel de resistencia a la fatiga de los deportistas durante la ejecución de un trabajo de carácter aeróbico depende también de la capacidad del sistema aeróbico de suministro energético, entendido como un conjunto de premisas (volumen de fondos de substrato, capacidades del sistema de transporte de oxígeno) que determinan la duración del trabajo con elevada eficacia de los procesos aeróbicos. Los individuos no entrenados, por término medio, son capaces de trabajar durante 30 min al nivel de 70% de $\dot{V}O_2$máx ($\dot{V}O_2$máx igual a 3,2 l/min), lo cual corresponde a 1320 kj. Los deportistas bien entrenados, especializados en las modalidades que exigen gran resistencia a la fatiga, son capaces de trabajar al nivel de 70% de $\dot{V}O_2$máx ($\dot{V}O_2$máx es igual a 6 l/min) durante 2 h (Lacour y Flandrois, 1977). Hollmann y Hettinger (1980) establecieron que los deportistas de elevada categoría, especializados en las carreras de fondo de las modalidades cíclicas, son capaces de trabajar a un nivel de 70% de $\dot{V}O_2$máx incluso durante 3-4 h. Los deportistas de clase internacional especializados en las modalidades que exigen elevadas capacidades aeróbicas, son capaces, durante 10 min, de trabajar al nivel de 100% de $\dot{V}O_2$máx; al nivel de 95%, más de 30 min; al nivel de 85%, más de 60 min, al nivel de 80%, durante 2 h y más. Importa destacar que el trabajo continuo al nivel de 90-95% de $\dot{V}O_2$máx no conlleva una sustancial acumulación de lactato: entre los fondistas destacados se registran magnitudes de concentración de lactato en sangre tan sólo al nivel de 20-40 mg por 1.000 ml de sangre.

Las elevadas capacidades de adaptación que tiene el sistema aeróbico de suministro energético, en cuanto al aumento de su capacidad, pueden ilustrarse de manera convincente mediante los resultados del examen médico de los nadadores que cruzaron el canal de La Mancha. Para ello se necesitan unas 15 h, y se gasta una energía equivalente a 50.244 kj, con índices extremos de 37.680 a 61.805 kj, lo cual corresponde a una actividad metabólica 12,5-13,5 veces más intensa que el metabolismo normal del organismo. El consumo de oxígeno por minuto alcanza los 50 ml/kg.min, o sea, considerablemente más que el 50% de $\dot{V}O_2$máx de los deportistas de alta categoría especializados en las carreras de fondo (Jongers, P.Vogelaere, Leclercq y Quirion, 1985).

En cuanto a las reservas de carbohidratos en el hígado, que pueden ser utilizadas en las cargas aeróbicas de larga duración, se debe tomar en consideración que la cantidad de glucógeno hepático y que se moviliza para ejecutar el trabajo muscular, no es grande y tan sólo constituye un 10% de la cantidad de glucógeno muscular movilizada. Pero, como el consumo de glucosa de la sangre efectuado por los músculos, se produce en el estado de profundo agotamiento de sus recursos energéticos, o sea, en la zona fronteriza entre la resistencia y la fatiga, incluso un aporte como éste puede ser decisivo para lograr elevados índices de capacidad en la etapa final del trabajo (Hollmann y Hettinger, 1980).

Las investigaciones (Mader, Heck, Förenbach y W.Hollmann, 1979; Mader, Leisen, Heck et al., 1976) demuestran que mediante un entrenamiento especial, con el trabajo intenso en la zona de transición aeróbica-anaeróbica (volumen de trabajo: 2 horas por día), durante 6-8 semanas se puede lograr ya un considerable aumento del sistema aeróbico de suministro energético. Para los deportistas de alta categoría existen mayores reservas para aumentar las capacidades funcionales considerablemente que para el aumento de los índices del $\dot{V}O_2$máx.

Uno de los momentos importantes que determinan la capacidad del sistema aeróbico es el aumento de la concentración de glucógeno en los músculos, en 50-60% o más. Existe estrecha relación entre la capacidad de trabajo prolongado e intenso de carácter aeróbico y la cantidad de glucógeno muscular antes de comenzar el trabajo (Hultman, 1967; Hermansen, Hultman, 1980). Después de agotarse las reservas de glucógeno muscular, la compensación se hace mediante el consumo de glucosa de la sangre y la «quema» de las grasas (Winder, Boldwin y Holloszy, 1973).

Con una carga cuya intensidad es igual a un 60-70% del $\dot{V}O_2$máx, la energía se obtiene, en un 50-85%, mediante el uso de los carbohidratos contenidos en el tejido muscular. A medida que se agotan las reservas de carbohidratos en los músculos, aumenta la absorción muscular de glucosa de la sangre: del 10-15% en el comienzo del trabajo al 50% en el estado de fatiga profunda. O sea, en las condiciones de fatiga, empieza a desempeñar un papel esencial el glucógeno hepático (Winder, Hickson y Hagberg, 1979).

Entre los factores que determinan el nivel de la productividad aeróbica, hay que destacar las capacidades del sistema de respiración exterior que

mantiene la presión de oxígeno en la sangre arterial. La respiración exterior, al ser el primer eslabón del sistema de transporte de oxígeno, garantiza la entrada del oxígeno en el organismo debido a la ventilación pulmonar y la difusión del oxígeno a través de la membrana pulmonar a la sangre.

Bajo el efecto del entrenamiento aumentan el volumen y la capacidad de los pulmones, aumentan la potencia y el carácter económico de la respiración exterior, la capacidad de difusión de los pulmones.

Pese a que en los deportistas que se distinguen por un alto nivel de resistencia al trabajo aeróbico se registran altos índices de la capacidad vital pulmonar (CVP), hasta 6-9 l, o sea, 2-2,5 veces más que la de los individuos sedentarios, no se observa ninguna correlación sustancial entre la CVP y el $\dot{V}O_2$máx. Pese a que los índices de la CVP durante el trabajo intenso determinan, en cierta medida, el volumen respiratorio y, de este modo, el nivel de la ventilación pulmonar, no limitan las capacidades aeróbicas del deportista y alcanzan el nivel necesario durante la ejecución de otras tareas del entrenamiento.

Los valores máximos de la ventilación pulmonar y la capacidad de mantener un alto nivel de la ventilación durante largo tiempo determinan el nivel de $\dot{V}O_2$máx en considerable medida. Para los hombres sedentarios, los máximos índices son 120-130 litros; los deportistas que se entrenan para desarrollar la resistencia a la fatiga, tienen un nivel considerablemente más alto de ventilación máxima pulmonar: para los corredores de largas distancias, 170, para los ciclistas de carretera, 180-190, los remeros, 200, los nadadores, 180.

Los deportistas bien entrenados son capaces durante 10-15 min de mantener la ventilación pulmonar al nivel de un 80% del máximo, 20-30 min, al nivel de un 70%. Para las personas no entrenadas el trabajo al nivel de 70-80% de la capacidad máxima no puede durar más de 3-5 min.

El incremento de la resistencia a la fatiga está acompañado de un considerable aumento de la eficacia de la respiración: disminuye el volumen de la ventilación pulmonar necesaria para consumir 1 litro de oxígeno. Diferencias especialmente grandes se registran en la ejecución de un trabajo bastante intenso. En el estado de reposo y con el trabajo de poca intensidad, el equivalente de ventilación de oxígeno ($\dot{V}e/\dot{V}O_2$) es prácticamente igual tanto para los individuos no entrenados como para los deportistas de alto nivel.

La economía del sistema de respiración exterior se manifiesta también en la disminución de los gastos de oxígeno para la actividad de los músculos respiratorios, con la redistribución, al mismo tiempo del oxígeno liberado, dirigido a los músculos del esqueleto.

Para los deportistas entrenados, aumenta considerablemente la capacidad de difusión de los pulmones. Así, para los corredores de maratón en el estado de reposo es casi la misma que la de un varón no entrenado que hace el trabajo de la máxima potencia aeróbica. El aumento de la capacidad de difusión de los pulmones, en parte, está relacionado con el aumento de los volúmenes pulmonares, lo cual garantiza una mayor superficie de alveolos y capilares, pero, principalmente, guarda relación con el aumento del volumen de sangre en los capilares pulmonares, debido a la ampliación de la red de alvéolos y capilares y el aumento del volumen central de la sangre. Como resultado de la elevada capacidad de difusión de los pulmones se produce una transferencia acelerada del oxígeno de los alveolos a la sangre de los capilares pulmonares y su rápida saturación de oxígeno durante un trabajo intenso (Kots, 1986).

El nivel de la productividad aeróbica se determina también, en grado considerable, por los índices de hemodinámica central. En el caso de los deportistas de alto nivel especializados en las modalidades que necesitan elevada resistencia a la fatiga, la frecuencia cardíaca (FC) con la carga límite, puede aumentar en 5-6 veces, mientras la FC de las personas que no practican el deporte, sólo en 2,5-3 veces. En las cargas especialmente intensas de corta duración se registran casos en los que la FC alcanza 250 puls/min. Aquí importa destacar, no obstante, que las magnitudes del volumen sistólico máximo sólo se observan dentro de ciertos límites de FC. Para el individuo que no entrena, el umbral inferior de esta zona suele ser una FC de 100-110 puls/min, y el umbral superior 170-180 puls/min. Para los deportistas de alto nivel, el umbral inferior puede ser de 110-130 puls/min, y el superior 190-200 (Shtrautsenberg, 1974). Cuando se sobrepasan estas magnitudes, se registra una disminución del volumen sistólico. Con una FC igual a 200-220 puls/min, la diástole sólo dura 0,10-0,15 seg, pero este tiempo aún es suficiente para llenar por completo ambos ventrículos del corazón, porque el músculo del corazón adaptado es capaz de hacer contracciones más intensas, lo cual mejora el flujo de la sangre hacia las aurículas, volviéndolas a llenar. La capacidad de contracciones más intensas determina también la mayor capacidad de relajarse del miocardio, lo cual propicia la rápida ampliación diastólica de ambos ventrículos después de finalizar la sístole, y de este modo crea mejores

condiciones para el flujo sanguíneo de las aurículas a los ventrículos (Karpman y Liubina, 1982).

El entrenamiento especial no sólo eleva las magnitudes máximas de la FC, sino que conduce a una pronunciada bradicardia en estado de reposo. Una FC de reposo igual a 50-60 es habitual para los deportistas de élite especializados en las modalidades que exigen elevada resistencia a la fatiga. En el caso de ciertos relevantes corredores de larga distancia, ciclistas de carretera o esquiadores, a menudo se registran índices de FC iguales a 30-40 puls/min.

Bajo los efectos del entrenamiento se registra la hipertrofia del miocardio, se perfeccionan las funciones de la excitación, el metabolismo, la regulación nerviosa y humoral del funcionamiento del corazón. La hipertrofia moderada del corazón viene acompañada de un considerable aumento de la capilarización de las fibras musculares.

Un importante momento de la adaptación del miocardio bajo el efecto de las cargas físicas es el aumento de la expandibilidad, el incremento de la velocidad y la amplitud de las contracciones y el incremento aún mayor de la velocidad de relajación. De ello se desprende que el miocardio del deportista bien entrenado puede conservar la pausa diastólica necesaria y garantizar las contracciones con pulsaciones que serían imposibles para un corazón no entrenado (Pshénnikova, 1986).

La masa del corazón de los deportistas bien entrenados para el trabajo aeróbico aumenta en un 25-40% y más, en lo fundamental, debido a la ampliación de sus cavidades y al aumento del grosor de las paredes del corazón hasta 15 mm, siendo el grosor normal igual a 9-10 mm.

El volumen medio del corazón de un hombre sano suele oscilar entre los límites de 700-800 ml, o sea, 10-11 ml/kg de la masa del cuerpo. Como resultado de entrenamientos prolongados e intensos, el volumen del corazón aumenta sustancialmente hasta 1.300-1.400 ml/min y más.

Aumentan el número de capilares coronarios por unidad de la masa del miocardio, la capacidad del caudal coronario, lo cual propicia un considerable aumento del transporte del oxígeno a las células. Al mismo tiempo aumenta la capacidad de los sistemas responsables del transporte de los substratos a las mitocondrias, lo cual garantiza una utilización más eficaz de la glucosa de la sangre y un alto ritmo de la nueva síntesis del glucógeno.

Las mujeres sedentarias suelen tener un volumen del corazón de 500-550 ml. El entrenamiento de ciclismo, remo, carreras de esquí y otras modalidades vinculadas con la resistencia a la fatiga, es capaz de provocar un sustancial aumento del volumen del corazón: hasta 900-1.000 ml.

La hipertrofia del corazón se acompaña del aumento del volumen sistólico, el cual, en el caso de un deportista bien entrenado, ya puede alcanzar 100-110 ml en el estado de reposo, frente a los 60-70 ml que corresponden a los individuos sin entrenar. Con las cargas que exigen la máxima movilización de la actividad cardíaca, el volumen sistólico puede alcanzar 200-220 ml, y el de algunos deportistas destacados 230-250 ml. Al propio tiempo, para las personas no entrenadas, con las cargas físicas máximas rara vez se registran magnitudes que superen los 130-140 ml.

El aumento de la FC crítica, con el incremento simultáneo del volumen sistólico máximo, conlleva magnitudes excepcionalmente elevadas de la cantidad de sangre bombeada por el corazón, que para los deportistas entrenados a menudo supera los 40 l/min, y para los deportistas varones de alto nivel, que tienen resultados deportivos especialmente elevados en las largas distancias de las modalidades cíclicas, a menudo se registran magnitudes del orden de 44-47 l/min, para las mujeres, 30-34 l/min. Al mismo tiempo, para los varones adultos y sanos el límite de adaptación aguda del corazón constituye 18-20 l/min (Pshénnikova, 1986).

De este modo, la cantidad de sangre bombeada por el corazón de la persona no entrenada aumenta, por término medio, en 4 veces (de 5 a 18-20 l/min), y la de los deportistas entrenados, en 8-10 veces (de 4,5 a 34-45 l/min).

Un índice importantísimo que testifica la eficacia de la adaptación del corazón a largo plazo, es su estabilidad en el trabajo intenso durante un tiempo prolongado. Así, los ciclistas de carretera de alto nivel son capaces durante 2 h y más trabajar con una FC igual a 180-200 puls/min, el volumen sistólico igual a 170-200 ml, el volumen de sangre por minuto igual a 38-42 l, o sea, mantener los índices máximos, o cercanos, de la actividad cardíaca (90-95% de las magnitudes máximas) durante un tiempo prolongado. Los individuos no entrenados poseen capacidades considerablemente menores: sólo pueden trabajar al nivel de las magnitudes límite o cercanas al límite de la actividad cardíaca, durante 5-10 min.

Como resultado del entrenamiento se producen cambios sustanciales de la sangre. Ante todo, aumenta considerablemente el volumen de sangre en circulación de los deportistas de alto nivel especializados en las modalidades relacionadas con la resistencia a la fatiga: puede incrementarse en un 15-25%. El aumento general del volumen de sangre en circulación conduce al aumento de la

cantidad de hemoglobina, portadora de oxígeno. Este incremento de la cantidad de hemoglobina está relacionado con el aumento de la masa total de la sangre, mientras que su concentración sigue sin cambiar. Estas readaptaciones son muy importantes, porque en el trabajo prolongado que exige el funcionamiento de considerables volúmenes musculares, el factor que limita la capacidad de trabajo es la posibilidad de la circulación central.

Los cambios del sistema sanguíneo no se limitan a aumentar el volumen de sangre circulante. Aumentan en proporción importante los volúmenes de plasma (15-20%) y eritrocitos (12-15%) circulantes.

Aumenta también el contenido total de proteínas en sangre circulante. Este aumento refleja la intensa síntesis de proteínas en el hígado (sobre todo, albúminas y globulinas), estimulada por el entrenamiento de la resistencia a la fatiga. El aumento de la concentración de proteínas en el plasma sanguíneo eleva su presión coloidal-osmótica, lo cual contribuye a la transición adicional del líquido de los espacios intercelulares e intertisulares a la sangre. Por consiguiente, aumenta el volumen de plasma circulante, y la concentración de proteínas en el plasma sanguíneo se mantiene a un nivel normal (Kots, 1986).

Entre los factores que determinan el nivel de la resistencia a la fatiga durante el trabajo aeróbico, se concede importante lugar al sistema de utilización de oxígeno. El aumento de las posibilidades de este sistema está relacionado con los cambios hemodinámicos y metabólicos.

Los cambios hemodinámicos se manifiestan en la mejora de la capilarización, el desarrollo de vasos colaterales, una mejor distribución de la sangre en el organismo, incluida la intramuscular. La mejora de la capilarización se debe al ensanchamiento de capilares antes inactivos, la extensión y dilatación de los capilares en activo, así como la formación de nuevos. Los datos del cuadro 19 demuestran la alta capacidad de adaptación de los capilares en relación con su entrenamiento para la resistencia a la fatiga: en las personas bien entrenadas se registra tanto el consumo de oxígeno considerablemente más alto, como el mayor número de capilares por una fibra muscular.

Durante un trabajo intenso, en el organismo del deportista se produce una nueva distribución intramuscular del flujo de sangre a los músculos que intervienen en el trabajo. Durante la carga, el volumen de sangre en los músculos que trabajan puede superar un 80% de todo el flujo sanguíneo, frente al 20% en el estado de reposo. La circulación local en los músculos que trabajan puede aumentar en 15-20 veces o más. Aumenta en flecha el número de capilares activos. Si en el estado relajado sólo funcionan un 5-7% de los capilares, durante la carga intensa y prolongada funcionan prácticamente todos los capilares y, además, se amplían adicionalmente. El aumento de la red de capilares activos y la ampliación de su superficie puede causar el aumento, en muchas veces, de la superficie del cauce capilar, lo cual es un poderoso estímulo para formar capilares nuevos, para ensanchar y extender los ya existentes.

La reestructuración metabólica incluye el aumento del número y el tamaño de las mitocondrias, el aumento de la actividad de los fermentos oxidativos, el incremento de la concentración de hemoglobina y mioglobina, aumento de la concentración intramuscular de glucógeno.

Indice	Deportistas no entrenados	Deportistas entrenados para la resistencia a la fatiga
Consumo máximo de oxígeno, ml/kg.min	51,3	72,0
Número de capilares en cada fibra muscular	1,77±0,10	2,49±0,08
Número de capilares en torno a cada fibra	4,43±0,19	5,87±0,18
Número de capilares por 1 mm^2 de tejido muscular	425	505

Cuadro 19. *Capilarización de los músculos cargados, en deportistas no entrenados y los entrenados para desarrollar la resistencia a la fatiga (P.Broad, F.Ingjer, L.Hermansen, 1977)*

En el músculo bien entrenado la densidad de las mitocondrias por unidad de volumen puede aumentar drásticamente. Esto se debe a que en el caso de los deportistas que aplican ampliamente las cargas relacionadas con el entrenamiento de la resistencia a la fatiga, en comparación con los individuos que no entrenan, se registra un aumento de la proporción de mitocondrias en 15-25% en el volumen examinado, el aumento de la superficie de las mitocondrias en el tejido muscular en 35-45%, y la superficie de las cristas mitocondriales, en 65-75% (Schon, Hollmann, Leisen y Waterloh, 1978; Howald, 1982). El aumento del tamaño de las mitocondrias y la concentración de las cristas provoca el aumento de las capacidades oxidantes de las células musculares, mejora las condiciones para la difusión de los substratos, gracias a lo cual crecen las capacidades de las células para utilizar el oxígeno, producir y acelerar el uso de la energía.

El aumento de la densidad de las mitocondrias tiene un significado excepcional, porque, en conjunto con el aumento de la capacidad de los sistemas de circulación sanguínea y la respiración exterior garantiza el aumento de la potencia aeróbica del organismo: el crecimiento de su capacidad para utilizar el oxígeno y realizar la nueva síntesis aeróbica del ATP necesario para el funcionamiento intenso del aparato locomotor. El aumento de la potencia aeróbica del organismo se combina con el aumento de la capacidad de los músculos para utilizar el piruvato, que se genera en cantidades elevadas durante las cargas, debido a la activación de la glucólisis. Ello impide el aumento del lactato en sangre, el cual, como se sabe, es el factor que limita la resistencia a la fatiga.

Entre los factores que determinan la resistencia de los deportistas al trabajo aeróbico, conviene destacar en especial la recomposición estructural y funcional de las fibras musculares de diferentes tipos.

El entrenamiento intenso provoca, aproximadamente, la duplicación de la capacidad de las fibras ST, FTa y FTb de realizar el metabolismo aeróbico, pero la correlación mutua de sus posibilidades prácticamente permanece invariable, o sea, las fibras ST tienen una capacidad de metabolismo oxidante varias veces mayor que las fibras FTb.

La reorganización de las fibras ST se manifiesta en el aumento de las dimensiones de las miofibrillas, el incremento de la cantidad y la densidad de las mitocondrias, las partículas de las grasas neutras, el aumento del peso específico de las fibras ST en la masa muscular. Las fibras FT también son objeto de una transformación sustancial: se registran cambios en las mitocondrias, la densidad de la red de los capilares y en la composición de la miosina (Green, Rechmann y Pette, 1983).

Las fibras FTa entrenadas para la resistencia a la fatiga, pueden, por sus capacidades oxidantes, incluso superar los índices de las fibras ST característicos para un individuo sin entrenar (Essen, Jansson, Henriksson y Taylor, 1975; Jansson y Kaiser, 1977). Es más, los grandes volúmenes de trabajo para desarrollar la resistencia a la fatiga conducen a tal transformación de las fibras FTb que resulta imposible detectarlas en la sección transversal del músculo. Es natural que esos cambios produzcan una caída drástica de las potencialidades de los músculos en cuanto a la velocidad. Los especialistas consideran que, en principio, es posible recuperar las fibras FT, pero es muy complicado y actualmente no se sabe qué medios son los más eficaces para ello (Jeffrey, 1989).

Por otra parte, ningún entrenamiento especial relacionado con el desarrollo de la resistencia a la fatiga permite lograr en las fibras FT los cambios que son característicos para las ST bien entrenadas. Siendo iguales todas las demás condiciones, los deportistas que tienen gran cantidad de fibras ST siempre tendrán ventaja en las distancias largas sobre los deportistas que tienen menos fibras ST.

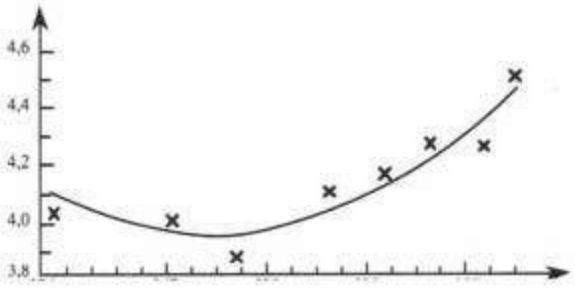
LA ECONOMÍA DE LAS FUNCIONES Y LA RESISTENCIA DE LOS DEPORTISTAS A LA FATIGA

La relación entre el uso de las fuentes anaeróbicas de energía poco económicas y las fuentes aeróbicas económicas, así como las magnitudes de los gastos energéticos generales por unidad de trabajo realizado, caracterizan el nivel de optimización económica de este trabajo.

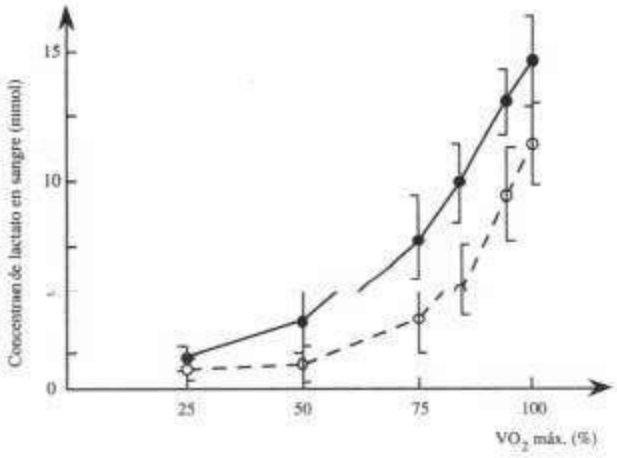
La optimización económica del trabajo depende de las posibilidades de los diferentes componentes del sistema de suministro energético, la perfección de la técnica de los movimientos (ilustr.64) y de la respiración. El perfeccionamiento del deportista en este sentido determina la resistencia a la fatiga en un grado no menor que las magnitudes de la productividad anaeróbica y aeróbica.

Se considera que la optimización económica crece con el aumento del nivel técnico del deportista. Ello es correcto, pero si el perfeccionamiento de la técnica de los movimientos fuera la única manera de elevar la eficacia de los gastos energéticos, este efecto sólo se manifestaría en la ejecución de un trabajo específico. Pero, conforme se eleva el grado de preparación, también disminuyen los gastos energéticos para las cargas no específicas, que no se aplican en el proceso de entrenamiento.

En el cumplimiento de un trabajo estándar, los



Ilustr.64. *Influencia de la longitud del paso en el consumo de oxígeno durante una carrera (según Holman y Hettinger, 1980).*



Ilustr.65. *Valores medios (y desviaciones medias al cuadrado) de la concentración de lactato en sangre según la intensidad relativa del trabajo en cicloergómetro. 1: personas sedentarias; 2: deportistas de alto nivel. Hermansen, 1971.*

deportistas de nivel más alto gastan la energía de manera más ahorrativa. El mismo trabajo estándar, cuando lo ejecutan deportistas de baja calificación, en comparación con los altamente calificados, es suministrado en mayor grado por las fuentes anaeróbicas de energía, poco económicas. El nivel de demanda de oxígeno para el mismo trabajo estándar, cuando se trata de personas sedentarias, puede ser 2-3 veces más alto que el de los deportistas de alto nivel. Ello se confirma, en su caso, por las altas magnitudes de la deuda de oxígeno, mayores desviaciones de los índices de la frecuencia cardíaca, la frecuencia de la respiración, la ventilación pulmonar. En el caso de que el trabajo estándar tenga un carácter específico, se cumple con menos intensidad de la actividad de los sistemas funcionales que el trabajo no específico.

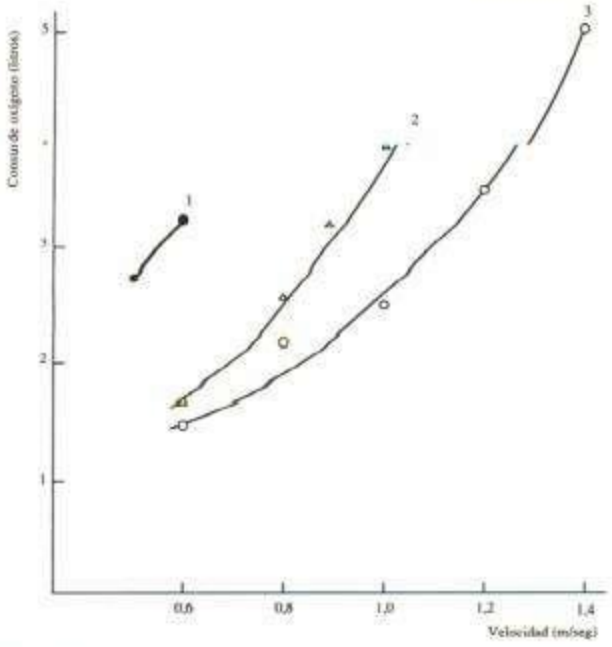
Los deportistas bien entrenados, frente a los individuos sedentarios, son más económicos no sólo en la ejecución de un trabajo estándar sino también en los casos en que la magnitud de la carga se expresa en porcentaje del consumo máximo de oxígeno individual (ilustr.65).

Ello no sólo corrobora la elevada intensidad del transporte de oxígeno a los músculos, sino también su utilización más eficaz en los propios músculos (Saltin y Karlsson, 1972; Mischenko, 1990; Smirnov, 1988).

A igual intensidad relativa de trabajo, expresada en porcentaje de la magnitud $\dot{V}O_2$máx, la velocidad de la disminución de la concentración de glucógeno muscular es igual para los individuos entrenados y no entrenados. Pero se debe tomar en consideración que, con la misma intensidad relativa de trabajo, el nivel de consumo es mucho mayor para los entrenados. Por consiguiente, ante un mismo nivel absoluto de carga, expresado en ml/kg.min, la disminución de las reservas de glucógeno para las personas bien entrenadas es muy inferior.

El efecto de adaptación, expresado en los índices de carácter económico del trabajo, en el caso de los individuos bien entrenados frente a los no entrenados, no sólo se manifiesta en los índices absolutos de la carga idénticos, sino también en los relativos, cuando el hombre bien entrenado realiza el trabajo a un nivel de potencia más alto. Por ejemplo, al ejecutar el trabajo a un nivel de intensidad igual al 80% de $\dot{V}O_2$máx, el contenido de lactato en sangre de los individuos bien entrenados es más bajo que en los no entrenados. El perfeccionamiento del carácter económico del trabajo, como resultado de los entrenamientos, se manifiesta también en el menor grado de disminución de la concentración de ATP y CP, siendo igual el nivel absoluto de la carga estándar (Karlsson, Diamant y Saltin, 1970). No obstante, con las cargas límite se registran reacciones más pronunciadas, cuando se trata de deportistas de alto nivel. Por ejemplo, la elevación del nivel de los nadadores guarda relación con la disminución de los gastos de energía en el cumplimiento del trabajo de carga estándar, y con su aumento simultáneo cuando las cargas son máximas (véase ilustr.66).

La capacidad de ejecutar el trabajo cuando es alto el porcentaje de consumo de oxígeno con respecto al nivel de $\dot{V}O_2$máx, sin que se acumule en considerables cantidades el lactato en sangre, es un factor importante que determina el nivel de resistencia a la fatiga. Por ejemplo, los corredores de alta categoría pueden cumplir un trabajo que



Ilustr.66. *Consumo de oxígeno según la velocidad en crol para los nadadores de distinto nivel: 1: nadador aficionado; 2: buen nadador: 3: nadador de alto nivel. (Holmer, 1972).*

exige gastos al nivel de 80-90% del $\dot{V}O_2$máx, sin acumular el lactato, mientras en el organismo de un hombre no entrenado, trabajando al nivel de 50-60% del $\dot{V}O_2$máx el lactato empieza a acumularse intensamente.

En el caso de deportistas de alta categoría especializados en las modalidades relacionadas con la resistencia a la fatiga, se registra un considerable desplazamiento del umbral del metabolismo anaeróbico. El umbral de metabolismo anaeróbico (UMAN) de los corredores de larga distancia, biatletas, esquiadores de fondo, ciclistas de carretera, nadadores de larga distancia suele oscilar entre los límites del 80-95% del nivel de $\dot{V}O_2$máx (Kindermann et al., 1979; Roberts et al., 1979). Los altos índices del UMAN están condicionados por la elevación de la así llamada economización «funcional», la cual, junto con los elementos biomecánicos de la economización de la técnica, determina en considerable medida el nivel de la resistencia de los deportistas a la fatiga. Al mismo tiempo, los corredores de cortas distancias no se destacan por un alto nivel de desarrollo de economía de las funciones. Por ejemplo, si analizamos los nadadores de alta categoría, el umbral anaeróbico de los corredores de corta distancia fue igual al 65,9 0,3% de $\dot{V}O_2$máx. Los índices de los corredores de larga distancia son considerablemente mayores: 90,4 0,1% de $\dot{V}O_2$máx (Smith et al., 1984). Estas diferencias vienen dadas, en gran medida, por la correlación de las fibras FT y ST en el tejido muscular de los corredores de distancias cortas y largas. Las menores capacidades oxidantes de las fibras FT hacen que en el caso de los corredores de corta distancia la acumulación del lactato comienza a un nivel de intensidad de trabajo considerablemente menor que en el caso de los corredores a larga distancia.

Es sabido que las fibras FT utilizan más energía por unidad de tiempo que las fibras ST. Pero el efecto de entrenamiento especial, que se manifiesta en la transformación de las fibras FT en las fibras ST, representa en sí un cierto tipo de optimización ahorrativa de las funciones, porque crea las condiciones necesarias para cumplir un trabajo prolongado con menos gastos de energía (Sréter, Pinter, Jolesz y Mabuchi, 1982). Al mismo tiempo, cabe no olvidar que esta optimización económica está relacionada con la sustancial disminución de la velocidad de las contracciones.

La duración del trabajo con el alto porcentaje de consumo de oxígeno también está estrechamente relacionada con la categoría del deportista. Los corredores de maratón de alto nivel pueden trabajar al nivel de consumo de oxígeno que alcanza el 80-85% de $\dot{V}O_2$máx en el transcurso de más de 2 h; también son capaces, durante unas 2 h, de trabajar al nivel del 80-90% del $\dot{V}O_2$máx los ciclistas de carretera en la carrera de 100 km.

Para los deportistas de alta categoría la magnitud del consumo máximo de oxígeno es relativamente constante, e incluso un entrenamiento intenso para desarrollar las posibilidades aeróbicas no siempre conduce a un aumento notable de este consumo. Al mismo tiempo, el «porcentaje máximo» con el cual el lactato empieza a acumularse en el organismo, aumenta considerablemente como resultado de los entrenamientos.

El carácter de economía del trabajo está condicionado en gran parte por las capacidades de adaptación del corazón. El corazón de un hombre bien entrenado se destaca por el régimen altamente económico de su funcionamiento. La disminución del volumen de sangre bombeado por minuto, la bradicardia acompañada de hipotonía moderada hacen que el trabajo total del corazón se reduzca en un 17%. Y si tomamos en consideración el hecho de que la masa del corazón de los deportistas de alto nivel suele tener mayor volumen en un 20-40%, la intensidad del funcionamiento de las estructuras del miocardio en las condiciones de relajación fisiológica resulta disminuida en un 40% y más (Pshénnikova, 1986).

La adaptación más racional del corazón se registra cuando su volumen es de 900-950 ml, con

una FC igual a 60 puls/min en el estado de relajación y con el consumo máximo de oxígeno igual a 4.300 ml/min. La adaptación que supera estos límites se debe a la alteración de las proporciones que garantizan la máxima capacidad económica del funcionamiento del corazón (Israel, 1974), pero contribuye a aumentar el $\dot{V}O_2$máx, porque existe una relación casi lineal entre el tamaño del corazón sano y su capacidad funcional, que se manifiesta en altos índices del volumen sistólico y las magnitudes del consumo máximo de oxígeno.

Para los deportistas especializados en las modalidades relacionadas con la resistencia a la fatiga, que durante un período prolongado actúan al nivel de las marcas máximas, la hipertrofia del corazón es menos pronunciada que la de los deportistas menos capaces de efectuar un prolongado perfeccionamiento deportivo y de actuación estable al nivel de los logros máximos, a la fatiga excesiva y las oscilaciones considerables de sus potencialidades funcionales. Estos fenómenos son comprensibles y explicables, porque la adaptación óptima del corazón, así como la de otros músculos, se desarrolla cuando la potencia de los mecanismos intracelulares de la nueva síntesis del ATP alcanza sus índices máximos, y se caracteriza por el hecho de que los grandes resultados funcionales de la adaptación se combinan con la hipertrofia moderada de los tejidos, o sea, se consiguen al precio estructural mínimo. La realización de la variante económica de la adaptación obedece no sólo al régimen de las cargas, sino también a las capacidades de adaptación del organismo genéticamente predeterminadas (Meerson, 1981).

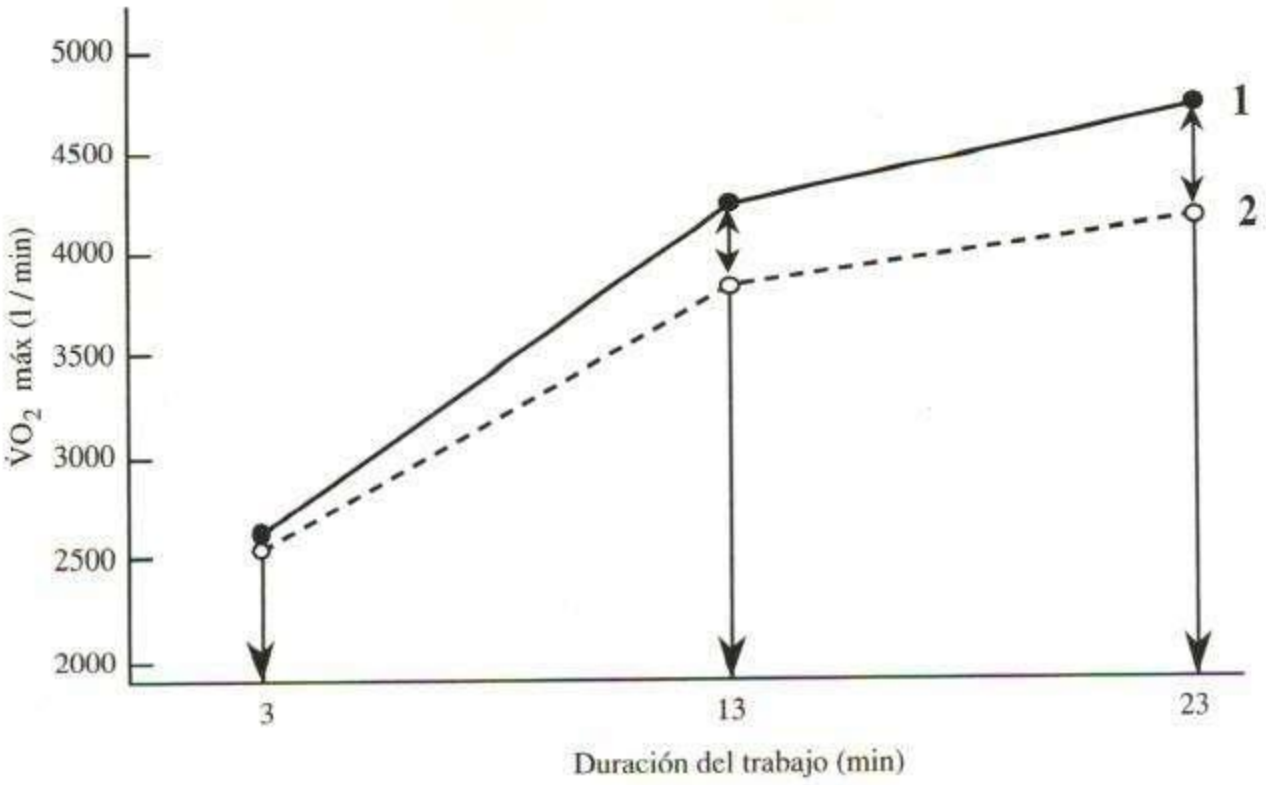
En el estado de reposo y durante un trabajo físico intenso, el flujo de sangre coronaria y el consumo de oxígeno y substratos de oxidación por el corazón, por cada 100 g de masa del miocardio de las personas entrenadas, son más bajos que los de las personas no entrenadas, o sea, el corazón del hombre bien entrenado no sólo tiene más potencia sino también más eficacia. Si en el estado de reposo estas diferencias no son grandes, durante la carga se manifiestan de manera muy evidente (cuadro 20).

Los datos citados demuestran que, a igual trabajo externo, el corazón de las personas entrenadas consume, por cada 100 g de masa del miocardio, 2 veces menos energía que el corazón de los individuos no entrenados.

La economía del trabajo es condicionada también por la organización de turnos en el funcionamiento de las unidades motoras de tipo preferentemente lento. El aumento de la eficacia de la coordinación intramuscular e intermuscular constituye uno de los modos más importantes de perfeccionar el trabajo económico. Ello precisamente predetermina la posibilidad de cumplir un trabajo durante varias horas (Zimkin, 1984). Podemos ilustrarlo convincentemente con los resultados del siguiente experimento. Un grupo de nadadores y ciclistas de alta categoría, con elevadas posibilidades aeróbicas, pero no entrenado para la carrera en llano, logró, mediante un entrenamiento especial, reducir considerablemente el consumo de oxígeno durante la carrera. Los índices máximos de productividad aeróbica y la capacidad de trabajo durante las pruebas cicloergométricas quedaron al mismo nivel que antes (ilustr.67).

Indice	Estado	No entrenados	Entrenados
Flujo de sangre coronario, ml/min	Relajado	80	64
	Carga	252	130
Consumo de oxígeno, ml/min	Relajado	10,6	7,9
	Carga	37,3	18,8
Consumo de glucosa, mmol/min	Relajado	11,9	23,4
	Carga	46,2	13,5
Consumo de lactato, mmol/min	Relajado	13,4	18,1
	Carga	364	171
Consumo de ácidos grasos, mmol/min	Relajado	9,6	6,5
	Carga	17,8	8,1

Cuadro 20 *Consumo de oxígeno y substratos de oxidación por cada 100 gr de la masa del corazón de los individuos entrenados y no entrenados (H.W.Heiss, I.Barmeyer, K.Wink et al., 1975)*



Ilustr.67. *Ahorro de oxígeno durante una carrera en pista gracias a una mejor coordinación. 1: antes del entrenamiento; 2: después del entrenamiento. (Hollmann y Hettinger, 1980)*

La relación entre la eficacia de la coordinación intra e intermuscular y el nivel de los deportistas también puede ser comprobada con los índices de actividad de los músculos de los deportistas de diferente nivel que corren a una velocidad determinada: los deportistas de alta categoría tienen una actividad eléctrica de los músculos considerablemente menor que la de sus compañeros de inferior nivel.

La resistencia de los deportistas a la fatiga durante la ejecución del trabajo de potencia anaeróbica casi máxima y submáxima, de potencia aeróbica máxima y casi máxima, así como el trabajo mixto aeróbico-anaeróbico, debe relacionarse en gran medida con la velocidad del desarrollo de los procesos anaeróbicos lactácidos, y especialmente, aeróbicos. La incorporación rápida al trabajo de las fuentes de suministro energético más económicas es un importante factor para aumentar su eficacia. Se sabe que para las personas sedentarias, el tiempo de despliegue de las posibilidades funcionales del sistema aeróbico puede durar hasta 3-5 min. Es bien comprensible que en el proceso de la actividad competitiva, cuanto más temprano se alcancen las elevadas cotas de consumo de oxígeno, mayor será la parte del procedimiento económico aeróbico en el suministro energético del trabajo. Los deportistas de alta categoría poseen una capacidad considerablemente mayor de movilizar rápidamente los procesos energéticos. Por ejemplo, los corredores de corta distancia de alto nivel (100 y 200 m), los nadadores de 50 m, los ciclistas de pista, después de trabajar al límite de intensidad durante 10-20 seg, a menudo tienen magnitudes de concentración de lactato en sangre de hasta 15-18 mmol/l, lo cual demuestra la incorporación excepcionalmente rápida del sistema de la glucólisis al suministro energético del trabajo. Los deportistas que dedican especial atención al aumento de la rapidez de desarrollo de las reacciones aeróbicas, a menudo son capaces de alcanzar el nivel de consumo máximo de oxígeno para el tipo del trabajo dado, ya 30-45 seg después de comenzar.

BASES GENERALES PARA EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA

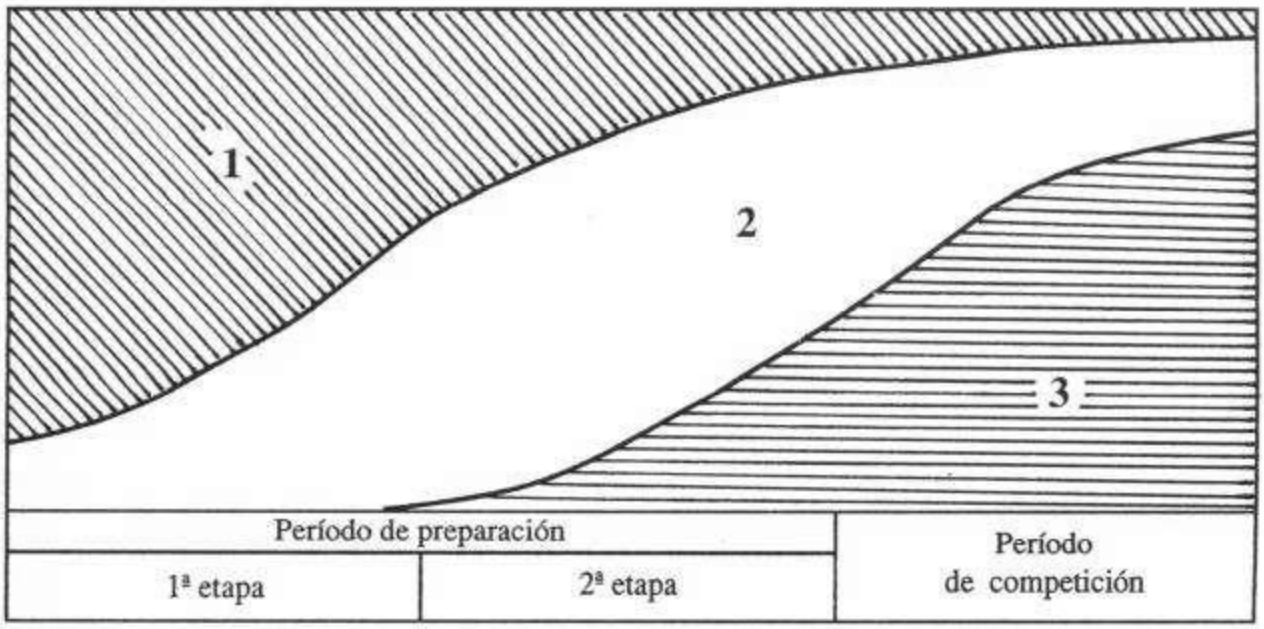
El proceso de desarrollo de la resistencia a la fatiga del deportista durante el macrociclo de

entrenamiento puede subdividirse, convencionalmente, en tres etapas:

1. desarrollo de la resistencia general a la fatiga;
2. perfeccionamiento diferenciado de los componentes concretos de la resistencia especial a la fatiga;
3. desarrollo integral de la resistencia especial a la fatiga.

Naturalmente, esta clasificación tiene carácter convencional: todas las etapas están estrechamente interrelacionadas, y en diferentes períodos sólo se trata de la finalidad predominante del proceso de entrenamiento (ilustr.68).

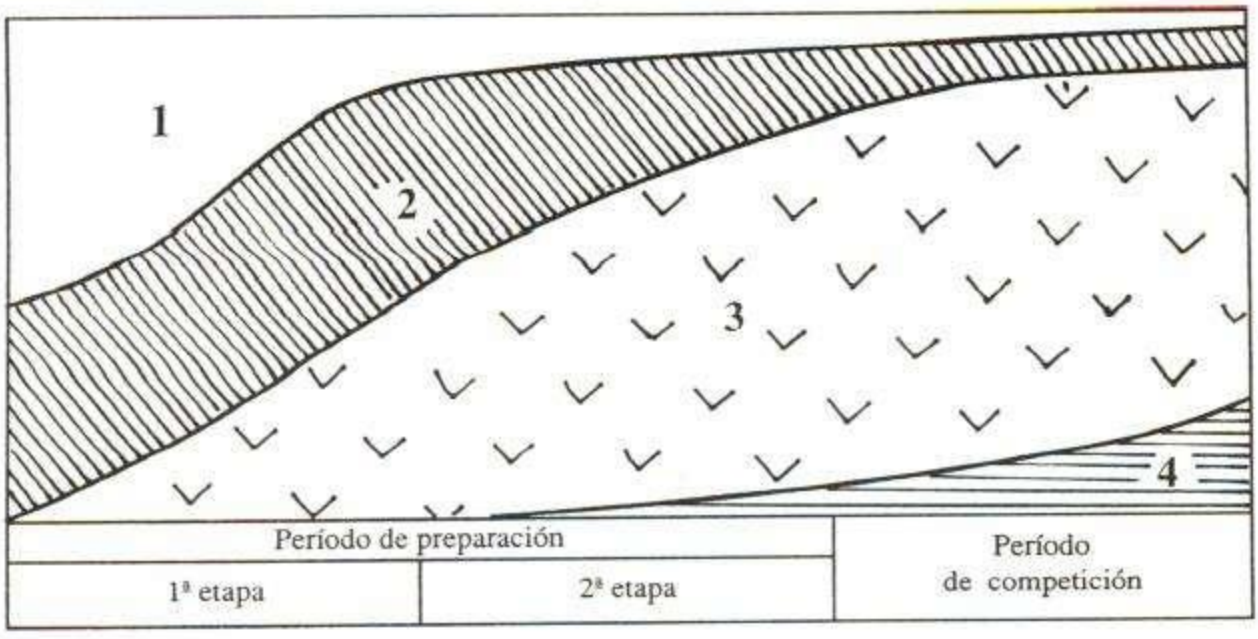
En el principio de la primera etapa del período preparatorio el trabajo, en lo fundamental, está dirigido al desarrollo de la resistencia general a la fatiga. Pero ya en el primer mesociclo del año de



Ilustr.68. *Correlación, en el macrociclo de entrenamiento, de los volúmenes de trabajo para desarrollar los distintos tipos de resistencia (esquema). 1: desarrollo de la resistencia global; 2: perfeccionamiento de cada componente de la resistencia especial; 3: desarrollo global de la resistencia especial.*

entrenamiento se planean ejercicios para perfeccionar los componentes concretos de la resistencia especial a la fatiga, y para la mitad de la primera etapa ocupan mas del 50% del volumen total del trabajo orientado al desarrollo de la resistencia a la fatiga. Conforme se acerca el fin de la primera etapa del período preparatorio, disminuye el volumen del trabajo orientado al desarrollo de la resistencia general a la fatiga, y el tiempo liberado se aprovecha para realizar el trabajo que contribuye a desarrollar otras cualidades y capacidades, el perfeccionamiento de la técnica, así como los componentes de la resistencia especial a la fatiga. En la segunda etapa del período preparatorio y en el período de competiciones, el conjunto de los medios cambia, en el sentido de aumentar drásticamente el volumen de los ejercicios especiales de preparación. Además de los ejercicios de carácter analítico, se aplican ampliamente los medios de acción integral, que propician el desarrollo completo de la resistencia especial a la fatiga. La correlación entre los ejercicios de diferente carácter, orientados al desarrollo de la resistencia a la fatiga en el macrociclo de entrenamientos, se presenta esquemáticamente en la ilustración 69.

Para seleccionar los ejercicios orientados al desarrollo de la resistencia a la fatiga en una modalidad concreta, es preciso guiarse por las exigencias impuestas por los rasgos específicos de las competiciones. Por ejemplo, al perfeccionar los componentes que determinan el nivel de la resistencia especial a la fatiga en la natación de 200 y 400 m, hay que tomar en consideración que el nivel de esta cualidad, en primer lugar, es determinado por la potencia y la capacidad de las posibilidades glucolíticas anaeróbicas, la potencia de los procesos aeróbicos de sustentación energética y la



Ilustr.69. *Correlación en el macrociclo de entrenamiento entre los ejercicios de distinto carácter (esquema). 1: de preparación general; 2: auxiliares; 3: de preparación especial; 4: de competición.*

rapidez de su desarrollo, el grado de economía del trabajo en las condiciones de acumulación progresiva de productos de metabolismo intermedio, el nivel de coordinación inter e intramuscular, así como la estabilidad, variabilidad y coordinación de las funciones motora y vegetativa, la estabilidad psíquica en la superación de las sensaciones graves y progresivas de la fatiga, características de la considerable parte de las distancias recorridas.

En el desarrollo de la resistencia especial a la fatiga de los luchadores de grecorromana y libre el perfeccionamiento diferenciado de los componentes debe prever el desarrollo de la potencia y la capacidad de los procesos anaeróbico alactácido y lactácido, así como de la potencia de los procesos aeróbicos; el aumento de la resistencia de diferentes grupos musculares en el trabajo de carácter estático; el desarrollo de la capacidad de recuperación efectiva durante el enfrentamiento, en caso de que surjan pausas de corta duración; el perfeccionamiento de las habilidades de manifestar las posibilidades de fuerza y velocidad, de coordinación y de técnica y táctica, en condiciones de cansancio progresivo.

Las diferencias de los factores que determinan el nivel de la resistencia especial a la fatiga en diferentes modalidades, el carácter concreto de la fatiga, que acompaña la actividad competitiva, determinan la excepcional diversidad de los medios empleados para desarrollar una capacidad, su correlación y el orden del uso en diferentes etapas de la preparación. Pero en todos los casos es necesario procurar una selección de los ejercicios de entrenamiento y la metodología de su aplicación, que activen las reacciones de los sistemas funcionales del organismo capaces de lograr el incremento de la cualidad determinada, y además, permitan llevar a cabo un elevado volumen total del trabajo de entrenamiento (Sorokin et al., 1988; Máltsev y Kriázhev, 1989; Martínov et al., 1988).

En el desarrollo de la resistencia a la fatiga se usan ejercicios más diversos, de diferente estructura, duración, potencia del trabajo, orientación preferencial, volumen de los músculos ocupados en el trabajo, etc. La diversidad de los ejercicios, acompañada del uso de diferentes métodos, ofrece la posibilidad no sólo de garantizar el desarrollo integral de la resistencia general o especial a la fatiga, sino que permite también influir de manera preferencial, por ejemplo, en el aumento de las posibilidades funcionales del músculo cardíaco o la capacidad de la red de los capilares, el perfeccionamiento del grado de economía del trabajo, etc. No obstante, en la práctica, como regla general, no se logran diferenciar muy estrechamente los ejercicios, en cuanto a la orientación de la acción sobre diferentes componentes de la resistencia a la fatiga. Habitualmente, se perfeccionan 2-3 capacidades relacionadas con la resistencia especial a la fatiga (las posibilidades anaeróbicas y la estabilidad psíquica frente al cansancio, las posibilidades aeróbicas y el grado de ahorro del trabajo, el grado

de ahorro del trabajo y la capacidad del sistema aeróbico de suministro energético, etc.).

A continuación analizaremos: (a) las bases de la metodología del desarrollo de la resistencia general a la fatiga; (b) la metodología de perfeccionamiento de diferentes componentes que determinan el nivel de los diversos tipos de la resistencia a la fatiga: las posibilidades anaeróbicas y aeróbicas, el grado de ahorro del trabajo; (c) las bases para una metodología del desarrollo de la resistencia especial a la fatiga.

DESARROLLO DE LA RESISTENCIA GENERAL A LA FATIGA

El desarrollo de la resistencia general a la fatiga persigue dos propósitos fundamentales: crear las condiciones necesarias para pasar a las cargas de entrenamiento elevadas y la transposición de la resistencia a la fatiga a las formas elegidas de los ejercicios deportivos. Ello prevé diferencias sustanciales en los medios y métodos de desarrollo de la resistencia general a la fatiga en dependencia de las demandas planteadas por los rasgos específicos de diferentes modalidades. Al planificar el trabajo orientado al desarrollo de la resistencia general a la fatiga de los deportistas de alto nivel, ante todo hay que tomar en consideración la rigurosa dependencia en que se hallan, respecto a la especialización del deportista, la orientación de este trabajo y la composición de los medios y métodos. En la metodología de desarrollo de la resistencia general a la fatiga de los deportistas especializados en diferentes modalidades, son idénticos: período en el cual se realiza el trabajo principal, orientado a desarrollar la calidad dada (sobre todo, la primera etapa y, en cierta medida, la segunda etapa del período preparatorio); los medios comúnes (se aplican los ejercicios de carácter preparatorio general y auxiliar); volumen del trabajo para desarrollar la resistencia general a la fatiga, en el volumen total del trabajo de entrenamiento. La diferencia principal en la metodología de desarrollo de la resistencia general a la fatiga de los deportistas de diferentes especialidades es la diferencia del volumen de los medios orientados al perfeccionamiento de la resistencia general a la fatiga respecto al trabajo de diferente carácter: ejercicios prolongados de intensidad moderada (de carácter aeróbico), que incorporan al trabajo una parte considerable del aparato muscular; ejercicios de velocidad, de fuerza-velocidad y de fuerza; ejercicios que plantean elevadas exigencias a las posibilidades anaeróbicas; medios que propician el desarrollo de la flexibilidad y la agilidad, etc. El cuadro 21 presenta la correlación aproximada entre diferentes partes del programa de desarrollo de la resistencia general a la fatiga en el entrenamiento de los deportistas de alto nivel.

En particular, en el caso de los deportistas especializados en las distancias largas y medias de las modalidades cíclicas, el desarrollo de la resistencia general a la fatiga está relacionado con la elevación de las posibilidades del organismo en cuanto al cumplimiento eficaz del trabajo de intensidad grande y moderada, que exige la máxima movilización de las capacidades aeróbicas. En

Duración del trabajo en la actividad competitiva petitiva	**Desarrollo de la resistencia general a la fatiga (%) en relación con el trabajo**			
	de carácer aeróbico	**de carácter aeróbico (glucolítico)**	**de velocidad y fuerza**	**orientado al desarrollo de la flexibilidad y capacidad de coordinación**
hasta 15-20 seg	20	20	45	15
20-45 seg	25	30	30	15
45-120 seg	40	25	20	15
3-10 min	50	25	5	10
10-30 min	60	20	10	10
30-80 min	70	15	5	10
80-120 min	75	15	5	5
más de 120 min	80	10	5	5

Cuadro 21. *Correlación de las etapas de desarrollo de la resistencia general a la fatiga en el entrenamiento de los deportistas de élite (en % del volumen total del trabajo en el macrociclo)*

este caso se garantizan las condiciones para soportar grandes volúmenes de trabajo de entrenamiento, la recuperación completa después de las cargas, así como se crean las premisas necesarias para manifestar el alto nivel de posibilidades aeróbicas en el trabajo especializado (Manzhósov, 1986; Podoplélov y Koroliov, 1989).

lidades de fuerza-velocidad, lucha individual, juegos, distancias cortas de tipos cíclicos, el proceso de desarrollo de la resistencia general a la fatiga es considerablemente más complicado. El trabajo orientado a la elevación de las capacidades aeróbicas sólo debe realizarse en el volumen que garantiza el cumplimiento eficaz del trabajo específico y el curso de los procesos de recuperación, pero al mismo tiempo no crea obstáculos para el posterior desarrollo de la velocidad y el perfeccionamiento de la técnica de velocidad. Se debe hacer hincapié en la elevación de la capacidad de trabajo durante la ejecución de los ejercicios de preparación general y auxiliares, de diversa índole, orientados al desarrollo de las calidades de fuerza-velocidad, posibilidades anaeróbicas, flexibilidad y coordinación.

En este capítulo no hace falta detenernos en los temas relacionados con la metodología de la realización en el proceso de entrenamiento de todos los momentos de desarrollo de la resistencia general a la fatiga, porque esta metodología la abarcan los postulados metodológicos principales, tratados a continuación, realizados en el proceso de desarrollo integral de la resistencia especial a la fatiga o perfeccionamiento de sus componentes. Así por ejemplo, en el desarrollo de la resistencia general a la fatiga aplicado al trabajo de carácter aeróbico, se usan, en lo fundamental, los mismos postulados que en el proceso de trabajo destinado a elevar las posibilidades aeróbicas, y en el desarrollo de la resistencia general a la fatiga aplicado al trabajo de carácter anaeróbico (glucolítico), los postulados utilizados para aumentar las posibilidades anaeróbicas.

AUMENTO DE LAS CAPACIDADES ANAERÓBICAS ALACTÁCIDAS

Para elevar las posibilidades anaeróbicas alactácidas, relacionadas con el aumento de las reservas de los compuestos macroenérgicos de flúor, las más aceptables son las cargas breves (5-10 seg) de intensidad máxima. Las pausas considerables (hasta 2-3 min) permiten garantizar la recuperación de los fosfatos macroenérgicos y evitar la considerable activación de la glucólisis durante la ejecución de las porciones sucesivas del trabajo (Zatsiorski, 1980). Pero se debe tener en cuenta que tales cargas, al garantizar la activación extrema de las fuentes de energía alactácidas, no son capaces de provocar el agotamiento de los depósitos energéticos alactácidos de los músculos en

músculos estén prácticamente completos de CP, y, por ende, al incremento de las reservas de los fosfatos macroenérgicos, es el trabajo de máxima intensidad durante 60-90 seg, o sea, un trabajo que es altamente eficaz para el perfeccionamiento del procesos glucolítico (Prampero, Di Limas y Sassi, 1980).

Si se incluyen los ejercicios que propician la elevación de la productividad alactácida (pese a su corta duración), los intervalos de descanso deben ser suficientes para eliminar la mayor parte de la deuda alactácida de oxígeno que se ha formado. Es deseable cumplir el trabajo en series, con 3-4 repeticiones en cada serie. Entre las series se planifica un descanso prolongado (hasta 5-7 min). La necesidad de tal descanso se explica por el hecho de que las reservas de los compuestos macroenérgicos en los músculos son pequeñas, y para la tercera o cuarta repetición se agotan en considerable grado. De este modo, la metodología para aumentar la productividad anaeróbica alactácida tiene mucho en común con la metodología de perfeccionamiento de las aptitudes de velocidad. Por eso, el trabajo orientado a la elevación del nivel de la productividad alactácida, contribuye al incremento de las aptitudes de velocidad de los deportistas, y viceversa, en el perfeccionamiento de las aptitudes de velocidad aumentan las reservas de los compuestos macroenérgicos en los músculos.

El cuadro 22 presenta los parámetros principales de las cargas de entrenamiento que estimulan el incremento de la productividad alactácida del organismo de los deportistas.

Para los deportistas que se especializan en las modalidades de fuerza-velocidad y de velocidad a corta distancia la duración del trabajo puede alcanzar las cotas máximas citadas en la tabla 22. Para los deportistas que se especializan en otras modalidades, los ejercicios son menos prolongados. La duración de los intervalos de descanso entre los ejercicios y series se determina por la duración de cada ejercicio, la especialización del deportista, el nivel de desarrollo que tenga de las posibilidades anaeróbicas alactácidas, por la capacidad del organismo del deportista para recuperar los fosfatos de elevada energía. Cuanto más corto sea el ejercicio y cuanto más alto sea el potencial anaeróbico alactácido del

Parámetros de la carga	Características del proceso anaeróbico alactácido	
	Potencia	Capacidad
Duración de los ejercicios,	5-25	30-90
Potencia de trabajo	Anaeróbica máxima	Anaeróbica máxima y casi máxima
Duración de las pausas entre los ejercicios, min	1,5-3	2,6
Cantidad de ejercicios serie	3-4	3-4
Cantidad de series en la sesión	3-5	2-4

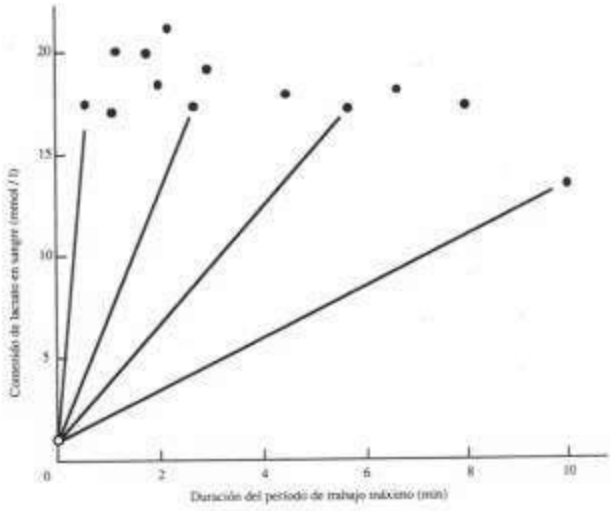
Cuadro 22. Parámetros principales de la carga de entrenamiento en el desarrollo de la potencia y la capacidad del proceso anaeróbico alactácido

deportista, tanto más cortas deberán ser las pausas entre los ejercicios y las series de entrenamiento.

AUMENTO DE LAS CAPACIDADES ANAERÓBICAS LACTÁCIDAS

Al elaborar el método para aumentar las capacidades anaeróbicas lactácidas, cabe tener en cuenta que la potencia máxima del proceso anaeróbico lactácido se alcanza al cabo de 15-45 seg después de haberse iniciado el trabajo intensivo que presenta las exigencias máximas a la glucolisis anaeróbica, y puede mantenerse hasta 2 min en los jóvenes que no practican deporte. En los deportistas de alto nivel especializados en las modalidades cuya actividad en competición oscila entre los 2 y 5 min, el mecanismo anaeróbico de suministro energético puede prevalecer durante 3-4 min, mientras que el contenido máximo de lactato se observa al utilizarse las cargas extremas cuya prolongación es de 1-4 min. El aumento de la duración del trabajo está ligado con la disminución de la concentración de lactato en los músculos (ilustr.70).

En los deportistas especializados en las modalidades cuya prolongación e intensidad de la actividad competitiva abarca las zonas de potencia anaeróbica máxima y casi máxima, la potencia máxima del proceso anaeróbico se alcanza ya a los 15-20 seg. Es dos-tres veces más rápido que con los deportistas cuya actividad en la competición se caracteriza por una potencia menor de trabajo. Por el contrario, en los deportistas especializados en las modalidades que exigen trabajar en las zonas de potencia aerobia submáxima, con una velocidad menor de despliegue del proceso

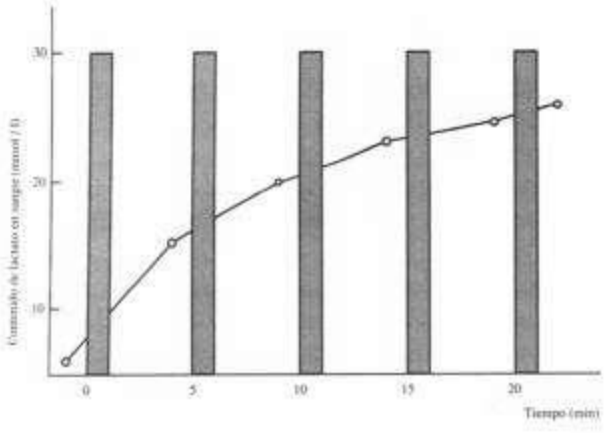


Ilustr.70. *Concentración máxima de lactato en sangre del mismo deportista varón después de 13 tipos de carga máxima en la cinta ergométrica. (Hermansen, 1971).*

alactácido anaeróbico, se observa una magnitud mayor de su capacidad: en el trabajo de una duración de hasta 4 min este proceso puede prevalecer, mientras que en un trabajo más prolongado (5-6 min) puede desempañar un importante papel (hasta un 30-40%) en el trabajo de suministro de energía.

De tal modo, la duración óptima del trabajo para elevar la potencia del proceso anaeróbico lactácido fluctúa entre 30-45 y 60-90 seg, y para aumentar su capacidad, de 2-4 a 5-7 min.

Para elegir el método óptimo para elevar las posibilidades anaeróbicas es importante seguir las peculiaridades de la acumulación de lactato en el trabajo brusco de máxima intensidad. Por ejem-

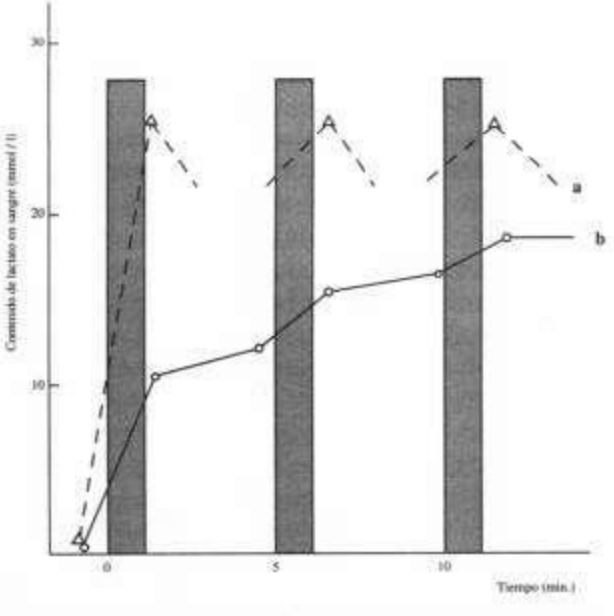


Ilustr.71. *Cambio en la concentración del lactato en sangre durante una carga máxima discontinua (5 ejercicios que provocan el agotamiento al cabo de un minuto y divididos en períodos de reposo de 4 min de duración). (Hermansen, Stenswold, 1972).*

plo, cargas extremas de 1 min con pausas de 4 min conllevan el aumento permanente de lactato en sangre, lo cual alcanza las magnitudes máximas después de la quinta repetición (ilustr.71).

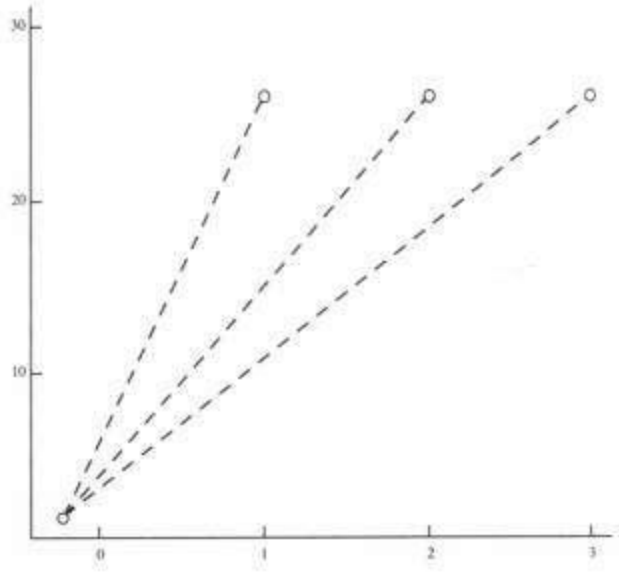
Ello evidencia el creciente papel de la glucólisis con el aumento de la cantidad de repeticiones (Henriksson y Reitman, 1977).

Si la concentración de lactato en sangre se eleva de ejercicio en ejercicio, la concentración de lactato en el músculo que trabaja se mantiene a un nivel permanente a partir del primer ejercicio (ilustr.72).



Ilustr.72. *Esquema de la concentración de lactato en el músculo (a) y en sangre (b) durante un trabajo discontinuo (3 ejercicios que provocan el agotamiento al cabo de un minuto y que están divididos por períodos de reposo de 4 min de duración). (Hollmann y Hettinger, 1980).*

La duración del ejercicio (en determinadas peculiaridades de los límites del suministro de energía) no influye en la concentración de lactato en los músculos (ilustr.73).



Ilustr.73. *Concentración muscular de lactato después de cargas de distinta duración. (Hollmann y Hettinger, 1980).*

Al determinar la intensidad óptima de trabajo para ejecutar distintos ejercicios, cabe considerar que las fibras FT y ST reaccionan de manera diferente ante la carga. La prolongación de la carga de carácter anaeróbico se realiza sin que aumente el lactato en sangre. Simultáneamente se produce una pérdida progresiva de glucosa en las fibras, que se reduce lentamente. La pérdida de glucosa en las fibras FT se observa sólo con un trabajo muy prolongado, vinculado con el desarrollo de una clara fatiga. Al ejecutarse un trabajo de elevada intensidad (por ejemplo, al ejecutarse ejercicios de 1 min con una intensidad equivalente al 15% del $\dot{V}O_2$máx) las primeras en agotar sus recursos de glucosa son las fibras FT. La cantidad de lactato en sangre alcanza 16 mmol/l y más (Gollnik y Germansen, 1982). Todos estos hechos deben ser tenidos en cuenta al elegir los parámetros óptimos de la carga de entrenamiento en el proceso de trabajo para elevar el rendimiento anaeróbico lactácido. El afán de perfeccionar la capacidad y la potencia del proceso anaeróbico lactácido tomando en consideración las peculiaridades del gasto de glucosa muscular en las fibras de distinto tipo predeterminan una variación bastante amplia de la prolongación de los ejercicios, la prolongación de las pausas entre algunos ejercicios, la cantidad de ejercicios en las series.

Cambiando estos parámetros de carga se puede lograr una incidencia preferencial en el perfeccionamiento de los distintos componentes de las posibilidades anaeróbicas lactácidas en el sentido de su optimización para la modalidad deportiva concreta.

En el cuadro 23 se presentan los parámetros principales de las cargas de entrenamiento recomendadas en el desarrollo preferencial de la potencia o la capacidad del proceso anaeróbico lactácido.

Con el desarrollo del proceso anaeróbico lactácido pueden utilizarse ejercicios relativamente cortos (30-60 seg). Pero en ese caso su cantidad en cada serie aumenta de tal manera que la prolongación total del trabajo constituye de 3-4 a 5-6 min. Entre los ejercicios se planifican pausas de descanso poco prolongadas: 10-15 seg entre ejercicios de 30 seg, 20-30 seg entre 60 seg.

AUMENTO DE LAS CAPACIDADES AERÓBICAS

El aumento de las posibilidades aeróbicas de los deportistas requiere realizar grandes volúmenes de entrenamiento a una intensidad un poco superior al límite del umbral del intercambio anaeróbico. Esta intensidad óptima de trabajo corresponde a la concentración de lactato en los límites de 3-4 mmol/l.

El nivel de preparación de los deportistas y la especificidad de las distintas modalidades deportivas inciden de manera sustancial en el índice de intensidad de trabajo necesario para alcanzar el UMAN. Por ejemplo, para las personas que no practican activamente los deportes, la carga al nivel de un 40-50% de la máxima con una prolongación del trabajo de 30-40 min debe contribuir a aumentar la capacidad del proceso aeróbico. Para los deportistas de primera categoría (corredores de larga distancia, ciclistas de carretera, esquiadores) serán estimulantes las cargas de una duración de 1-2 h con una intensidad de trabajo al nivel de un 80-85%, y para algunos deportistas de élite, a un nivel superior al 90% del $\dot{V}O_2$máx. Para la mayoría de los deportistas que se especializan en los juegos deportivos y de lucha la intensidad de trabajo debe estar al nivel de un 65-75% de los índices máximos de consumo de oxígeno.

Sin embargo, cabe señalar que un importante factor que determina la eficacia del entrenamiento es la selección estrictamente individual de la intensidad de trabajo en el límite del UMAN, por cuanto para los deportistas de una misma calificación que se especializan en el mismo deporte este índice puede encontrarse a distinto nivel. Por ejemplo, para la mayoría de los remeros de canoa de alto

Parámetros de carga	Características del proceso anaeróbico alactácido	
	Potencia	Capacidad
1	2	3
Duración de los ejercicios	30-90 seg	2-4 min
Potencia de trabajo	Anaeróbica máxima, casi máxima y submáxima	Anaeróbica submáxima, anaeróbica-aeróbic mixta
Duración de las pausas entre ejercicios	30-90 seg	1-3 min
Cantidad de ejercicios en la serie	4-6	4-6
Cantidad de series en la sesión	3-5	3-4
Duración de las pausas entre las series, m.	5-6	8-12

Cuadro 23. *Parámetros principales de la carga de entrenamiento al desarrollarse la potencia y la capacidad del proceso anaeróbico lactácido*

nivel está a un nivel que fluctúa entre el 55 y el 80% de los índices máximos de consumo de oxígeno.

La elección de la intensidad racional de trabajo con índices dados de consumo de oxígeno puede ser facilitada con el registro de los datos de la FC, puesto que, como es sabido, entre la FC y el consumo de oxígeno existe una dependencia lineal:

Frecuencia cardiaca (pulsaciones)	Consumo de oxigeno (% del máximo)
110-130	40-45
130-150	50-55
150-170	60-65
170-180	75-80
180-190	85-90
190-210	90-100

Las cargas en los límites del 90% y más altos del $\dot{V}O_2$máx en gran medida están ligadas a la incorporación al trabajo de fuentes anaeróbicas de energía y comprenden las fibras FT, lo que queda corroborado por la eliminación de la glucosa en estas fibras. Si la intensidad de la carga no supera el UMAN, por ejemplo, con un 60-70% de $\dot{V}O_2$máx, en el trabajo se utiliza, en lo fundamental, la fibra ST, lo que es decisivo para desarrollar la resistencia a la fatiga en el trabajo prolongado (Gollnik, Shepard y Saltin, 1973). Precisamente esta cuestión no la tuvieron en cuenta en su tiempo los autores de la obra (Hett, 1967; Reindell, Roskman y Gerscheler, 1962), donde se anunciaba el método de intervalo con pausas «estimulantes» como el más eficaz para elevar el rendimiento aeróbico. Tal entrenamiento influye, en primer lugar, en la fibra FT y es mucho menos eficaz que el ininterrumpido para la fibra ST. Además, cuanto más alta es la intensidad de trabajo en el entrenamiento interválico, tanto más se perfeccionan las capacidades anaeróbicas (alactácidas y lactácidas) y menos, las aeróbicas. El método con intervalos, elevando en igual medida las posibilidades anaeróbicas de todos los tipos de fibras y, al mismo tiempo, contribuyendo a la elevación de las capacidades anaeróbicas de las fibras FT, tan sólo por ello es inferior al método continuo en cuanto a la eficacia del perfeccionamiento del rendimiento aeróbico. La reducción del volumen de trabajo, junto con el aumento de la cantidad de lactato en el entrenamiento interválico, influye desfavorablemente en su eficacia por cuanto sabemos que las elevadas concentraciones intracelulares de lactato pueden alterar la estructura y las funciones de las mitocondrias.

En el proceso de desarrollo de las capacidades aeróbicas importa asegurar el perfeccionamiento de todos los factores de suministro energético. Ello podría conseguirse sólo con cargas eventuales muy prolongadas y frecuentemente repetidas o con una gran cantidad de ejercicios de duración relativamente corta. Por ejemplo, en ciclismo esta tarea se resuelve sobre todo en las carreras de entrenamiento, a una distancia de 100-150 km; en natación puede ser utilizado el trabajo con intervalos, por ejemplo, 20 x 400 m con pausas de 30 seg.

Las cargas prolongadas estimulan el desarrollo de todo el conjunto de cambios hemodinámicos y metabólicos en los músculos, el desarrollo del aparato de respiración exterior y del sistema de circulación central.

Sin embargo, cabe tener en cuenta que el trabajo excesivamente prolongado conduce a una disminución del efecto del entrenamiento en virtud del aminoramiento progresivo del consumo de oxígeno, la disminución del volumen sistólico y expulsión cardíaca, con un aumento simultáneo de la frecuencia de contracciones del corazón y del volumen del aire respirado por minuto. Un trabajo de esta índole puede provocar una fatiga excesivamente profunda y llevar a que se hagan mucho más lentos los procesos de recuperación.

Al escoger los ejercicios es preciso considerar que las reestructuraciones de adaptación centrales (sistema de respiración exterior, el miocardio) sólo dependen del volumen de los músculos en funcionamiento y no están ligados con su localización. Resultan particularmente eficaces los ejercicios de carácter global y regional que incorporan al trabajo grandes volúmenes de músculos. En lo que se refiere a la adaptación periférica (la mejora de la capilaridad, el aumento del volumen de las mitocondrias, la actividad de los enzimas oxidantes, la elevación del peso proporcional de la oxidación de las grasas en comparación con los carbohidratos, etc.), aquí, en primer lugar, es importante la localización de los músculos activos, lo que se expresa en la estricta correspondencia del carácter de los ejercicios con la orientación necesaria de las reacciones de adaptación.

La eficacia del proceso de aumento de la resistencia aeróbica local puede crecer con el aumento de la magnitud de las resistencias que deben superar los músculos al ejecutar los ejercicios correspondientes. Por ejemplo, en atletismo se utiliza la carrera en terreno accidentado con gran cantidad de largas cuestas; en ciclismo y esquí se utilizan rutas con empinadas cuestas arriba; en natación se recorren largas distancias trabajando

sólo con los brazos, usando paletas especiales o cinturones frenadores, etc. Tales ejercicios conducen a una importante nueva distribución de la sangre en el sistema muscular, aumentan bruscamente la circulación y los procesos metabólicos en los músculos activados, estimulando el incremento de las capacidades del sistema periférico para aprovechar el oxígeno.

El logro del efecto deseado de entrenamiento, para aumentar el rendimiento aeróbico, guarda relación también con la cantidad de microciclos en las sesiones de entrenamiento realizadas para elevar las capacidades aeróbicas. En el entrenamiento de los deportistas de alto nivel especializados en las modalidades que requieren alto nivel de rendimiento aeróbico, la elevación de las capacidades del proceso aeróbico de suministro energético se observa cuando el trabajo de gran volumen dirigido a elevar las posibilidades del miocardio y el sistema respiratorio exterior, se planifica con una frecuencia de 3-4 veces por semana. La formación de la adaptación periférica se produce de manera más eficaz cuando los ejercicios correspondientes son diarios.

Es evidente que las diferencias en el entrenamiento de las cargas de diferente duración, y aplicadas con diferente frecuencia, dependen, en considerable medida, del grado de entrenamiento y del nivel de los deportistas, de la especificidad y la modalidad concreta. Por ejemplo, los deportistas poco entrenados o de poca categoría se adaptan bien incluso con las cargas de duración relativamente corta, 2-3 veces por semana. Cuando se celebran 3-4 sesiones de entrenamiento por semana, un volumen de trabajo relativamente pequeño lleva a un incremento bastante eficaz de las capacidades aeróbicas de los deportistas especializados en modalidades de compleja coordinación, y en especial, en las de fuerza-velocidad y fuerza.

En el entrenamiento de los deportistas especializados en juegos y enfrentamientos individuales, que presentan elevadas exigencias a nivel de rendimiento aeróbico (especialmente, fútbol, balonmano y waterpolo), hay que ejecutar volúmenes bastante grandes de trabajo para elevar las capacidades del proceso aeróbico de suministro energético. No obstante, el entrenamiento aeróbico en pequeño volumen tiene un carácter estrechamente orientado (carrera a campo a través, natación, etc.). En lo fundamental, las capacidades aeróbicas se desarrollan paralelamente con el cumplimiento de otras tareas del entrenamiento: desarrollo de la resistencia especial, perfeccionamiento de la maestría técnica y táctica en las condiciones de juego, etc.

El consumo máximo de oxígeno puede elevarse de 15 al 30% en los primeros 2-3 meses de entrenamiento. El entrenamiento durante 9-24 meses puede llevar las proporciones de este incremento hasta un 40-50%. El incremento máximo posible, de $\dot{V}O_2$máx individual como efecto de largos años de entrenamiento, no supera dichas magnitudes (Hickson, Bomze y Holloszy, 1974; Hollmann y Hettinger, 1980). Al mismo tiempo, lo que se eleva con mayor rapidez bajo la influencia del entrenamiento es la actividad de los fermentos aeróbicos (Helgerg y Jansson, 1976). La ampliación de las capacidades de la red capilar transcurre mucho más lentamente. La formación bastante completa y polifacética de la reordenación de los distintos componentes del sistema aeróbico de suministro energético bajo la influencia del entrenamiento sistemático tiene lugar, por lo común, al cabo de 8-10 semanas (Bulátova, 1984; Míschenko, 1990). Estos datos tienen gran significado práctico para la planificación de una estructura racional de entrenamiento en el transcurso de un año, del macrociclo, o durante varios años.

El entrenamiento incide en el nivel del $\dot{V}O_2$máx de manera particularmente intensa cuando se trata de las personas en el período de pubertad o previo a éste (Åstrand y Rodahl, 1977; Kitagawa y Ikai, 1972). Las sesiones de entrenamiento celebradas tres veces por semana, de 20-30 min de duración, con una intensidad correspondiente al 70% de $\dot{V}O_2$máx, provocan un importante aumento de las capacidades aeróbicas de los niños no entrenados; un entrenamiento de 16 semanas para chicos de 11-13 años condujo a un aumento de los índices relativos (por 1 kg de la masa del cuerpo) en el 16% (Eriksson, 1972). En ese mismo período de tiempo, el volumen minuto cardíaco aumentó en un promedio de 12,5 l/min a 14,6 l/min, el volumen del corazón, de 500 a 550 ml, la FC, con una carga estándar, disminuyó en un 10-15%. O sea, el entrenamiento de orientación aeróbica durante aproximadamente 2.025 horas en 3,5 meses puede crear un efecto así de importante. Es más, las cargas diarias de 5 min, durante 10 semanas, reportan un aumento de $\dot{V}O_2$máx en un 12%, para las chicas no entrenadas (Ikai, Fukunaga y Honda, 1973).

El trabajo aeróbico prolongado puede conducir a cambios sustanciales de las fibras musculares FTa y FTb, contribuyen en determinada manera a aumentar su resistencia, pero inciden muy negativamente en el nivel de las capacidades de velocidad. En los deportistas que logran altos resultados en las modalidades que requieren elevada resistencia a la fatiga durante el trabajo

prolongado, se observa un porcentaje bastante alto de fibras FTa y el porcentaje poco considerable de fibras FTb en los músculos que soportan la carga principal durante los entrenamientos y la actividad competitiva. Al mismo tiempo, en los músculos que no son activados en una modalidad dada, se observa un contenido normal de fibras FTb. Por ejemplo, en el músculo sóleo de los corredores de larga distancia se observó un 67,1% de fibras ST; un 28%, de fibras FTa, y apenas un 1,9% de fibras FTb. En el deltoides de esos mismos deportistas había, en promedio, un 68,3% de fibras ST; un 14,3% FTa y un 17,4% FTb (Jansson y Kaiser, 1977). Ello constituye un fundamento de peso para suponer que la desaparición de las fibras FTb es parte de la reacción de adaptación del organismo frente al entrenamiento de resistencia a la fatiga (Andersen y Heriksson, 1977). Para las personas que tienen estructura del tejido muscular característica para los velocistas, pero que se entrenan y actúan como fondistas, en las fibras musculares se observa un ensanchamiento de los espacios interfibrosos a consecuencia de la hinchazón y destrucción de algunas miofibras, su seccionamiento longitudinal, el agotamiento de las reservas de glucosa, la destrucción de las mitocondrias. Un resultado frecuente de tal entrenamiento es la necrosis de las fibras musculares (Serguéiev y Yazvikov, 1984).

De tal modo, los deportistas especializados en las modalidades que presentan altas exigencias al potencial de velocidad y fuerza del deportista, deben planear con gran circunspección el trabajo orientado a elevar las capacidades aeróbicas y no abusar de los ejercicios aeróbicos.

En el proceso de trabajo para elevar las capacidades aeróbicas surge la necesidad de perfeccionar: la potencia de los procesos aeróbicos, expresada por las magnitudes del consumo máximo de oxígeno; la rapidez con que el sistema de sustentación energética aeróbica se adapta a la magnitud máxima de consumo de oxígeno para un trabajo determinado y la capacidad del proceso aeróbico, que se manifiesta en la capacidad de mantener prolongadamente altos índices de rendimiento aeróbico determinado por la duración del mantenimiento de las magnitudes de consumo de oxígeno máximas asequibles para un trabajo dado.

Para elevar las posibilidades aeróbicas se utilizan los métodos interválico y continuo, el trabajo puede realizarse tanto en el régimen armónico como variable.

El entrenamiento interválico se basa en el fenómeno del aumento del volumen de la FC durante las pausas después de un trabajo relativamente intenso. De tal modo, al comienzo del descanso el miocardio experimenta una incidencia específica que supera lo que se observa durante la actividad muscular. Ello permitió fundamentar el denominado entrenamiento con intervalos y pausas incidentes, en el cual durante la mayor parte del trabajo y en el curso de todo el período de descanso se mantiene la magnitud máxima del volumen de la FC.

Al aplicar el método interválico para elevar el nivel del rendimiento aeróbico, es necesario atenerse a los siguientes principios basados en el enfoque fisiológico: (a) la duración de los ejercicios no debe superar 1-2 min; (b) en dependencia de la duración del ejercicio las pausas para el descanso, por lo general, son de 45-90 seg; (c) al determinar la intensidad del trabajo durante la ejecución del ejercicio cabe considerar que la FC debe estar en los límites de 170-180 puls/min al terminar el trabajo y 120-130 al terminar la pausa. El aumento de la FC por encima de 180 puls/min y su reducción a menos de 120 puls/min al terminar la pausa es inconveniente, por cuanto en ambos casos se observa una disminución de la FC.

El entrenamiento interválico busca, en lo fundamental, elevar las capacidades funcionales del corazón, las cuales, en una medida considerable, limitan el nivel del rendimiento aeróbico. Sin embargo, la influencia de este método no se limita al aumento del volumen del miocardio. Su aplicación desarrolla la capacidad del deportista para que los tejidos utilicen intensamente el oxígeno, e incide benéficamente en el nivel de rendimiento anaeróbico.

La alta eficacia del método interválico no debe distraer la atención de sus defectos considerables. En primer lugar, el efecto consistente en el aumento considerable del rendimiento del corazón no es estable; segundo, la excesiva afición por el entrenamiento interválico es peligrosa para el organismo del deportista, ante todo, para su corazón y su sistema nervioso central. Además, este método cede considerablemente al de la distancia, en cuanto a la formación de los reordenamientos del tejido muscular.

La aplicación del método continuo contribuye al perfeccionamiento de prácticamente todas las propiedades principales del organismo que asegura la entrada, el transporte y la utilización del oxígeno. El trabajo prolongado se efectúa, por lo común, con una FC de 145 a 175 puls/min, lo cual es muy eficaz para mejorar la capilaridad de los músculos y el perfeccionamiento de las capacidades ligadas con el consumo de oxígeno. En general, este método permite un aumento más estable de las capacidades aeróbicas que el de

intervalos, contribuyendo a construir una buena base para aplicar otros métodos de entrenamiento.

Al aplicarse el método continuo se debe tener en cuenta que la intensidad del trabajo debe asegurar altas magnitudes de FC y del nivel de consumo de oxígeno que supera muy poco el UMAN. A tales condiciones corresponde un trabajo de una duración de 10 a 60-90 min. En algunos casos, se planifica un trabajo más prolongado: hasta 2-3 h.

La diversidad del proceso de entrenamiento, así como la ampliación de la influencia del método continuo se observa en el caso de que el trabajo se ejecute no sólo en un régimen armónico, sino también variable. Además, la parte intensiva del trabajo debe asegurar un aumento de la FC hasta 175-185 puls/min, y su reducción poco intensiva, hasta 140-145 puls/min. Por ejemplo, en natación cubrir la distancia de 2.000 m en régimen variable puede hacerse de la siguiente manera: (a) 100 m con alta velocidad + 100 m con baja velocidad, etc.; (b) 150 m con alta velocidad + 50 m con baja velocidad, etc.; (c) 300 m con alta velocidad + 800 m con baja velocidad, etc.

Cualquiera que sea el método empleado para aumentar las capacidades aeróbicas, la intensidad del trabajo debe ser planificada según la reacción del organismo de los deportistas respecto a los ejercicios y los conjuntos de éstos. En la práctica la reacción del organismo se valora por los índices de concentración de lactato en sangre o por los datos de la FC. Por ejemplo, orientándose a partir de los índices de FC, el trabajo de entrenamiento puede ser dividido en tres períodos: (a) mantenimiento del nivel de capacidades aeróbicas de FC de 120-140 puls/min; (b) aumento de las capacidades aeróbicas de FC de 140-165 puls/min; (c) aumento máximo de las capacidades aeróbicas de FC de 165-185 puls/min.

No se puede estar de acuerdo con la opinión ampliamente difundida según la cual el aumento del rendimiento aeróbico debe ser realizado principalmente con el método continuo y a intensidad relativamente uniforme. Un entrenamiento de dicha índole, efectuado por encima de la norma, puede tener consecuencias negativas expresadas por una inhibición de las capacidades de velocidad anaeróbicas y un empeoramiento del estado funcional de los músculos.

El aumento eficaz de las capacidades aeróbicas sin el peligro de una influencia negativa en algunos aspectos del entrenamiento del nadador y el estado de su salud sólo es posible a base del empleo integral de los métodos continuo e interválico con una amplia variación de medios de entrenamiento y regímenes de trabajo. Por ello, es infundado el afán de algunos especialistas por contraponer un método a otro y recomendar estructurar el entrenamiento para elevar el rendimiento aerobio, utilizando el método continuo o interválico. La solución óptima a este problema requiere no sólo saber cómo influyen los distintos métodos en el aumento de las capacidades relativamente exiguas que predeterminan el nivel de resistencia para el trabajo prolongado.

El uso de trabajo interválico, continuo armónico o variable tiene particularidades características en el entrenamiento de deportistas de alto nivel. Así, estos métodos influyen de modo distinto en el tiempo de desarrollo de las capacidades funcionales del sistemas circulatorio y respiratorio, en la capacidad para el mantenimiento prolongado de altas magnitudes de consumo de oxígeno, las capacidades de velocidad y específicas de fuerza, la resistencia para el trabajo de carácter aerobio y otras cualidades de las cuales depende el resultado deportivo. Por ejemplo, el trabajo interválico o continuo variable es extraordinariamente eficaz para aumentar la capacidad y el despliegue rápido al máximo de las posibilidades del sistema circulatorio y respiratorio. Ello se explica por el hecho de que con tal entrenamiento se produce una sustitución rápida del trabajo intensivo por el pasivo. Por ejemplo, al usarse dichos métodos en el curso de una sola sesión de entrenamiento, se multiplican hasta las magnitudes casi límites de la actividad de los sistemas circulatorio y respiratorio, lo que influye en el desarrollo de la capacidad de los respectivos sistemas funcionales para acortar el período de adaptabilidad. Al utilizar el trabajo continuo variable, ello no ocurre, puesto que los deportistas durante la sesión de entrenamiento pasan la fase de adaptación plena generalmente no más de 3-4 veces. El empleo del método continuo en las condiciones del trabajo armónico requiere el funcionamiento de los sistemas más importantes en el curso de un lapso bastante prolongado y con un alto grado de movilización de sus capacidades. Ello asegura el desarrollo eficaz de una cualidad tan importante como la capacidad de mantenimiento prolongado de altas magnitudes de consumo de oxígeno y la capacidad del sistema aerobio de abastecimiento de energía. En este sentido, las posibilidades del método continuo son extraordinariamente altas.

El empleo preponderante de los métodos citados influye de manera distinta en el desarrollo de las posibilidades anaeróbicas y de velocidad. Si el entrenamiento interválico contribuye a cierta elevación del nivel de estas cualidades, de utilizarse un trabajo armónico con largas distancias sin un

entrenamiento especial complementario no se puede siquiera mantenerlas al nivel alcanzado.

Lo anteriormente dicho predetermina la necesidad de una aplicación integral en el proceso de entrenamiento de los métodos interválico y continuo con el fin de desarrollar la resistencia en el trabajo de carácter aerobio. Sin embargo, para el resultado final es importante dicha combinación de métodos en el macrociclo. El más eficaz de ellos es cuando en su combinación se cambia rítmicamente la correlación de ejercicios ejecutados en el marco de los diversos métodos al principio (en la primera etapa del período preparatorio) el volumen principal de trabajo se cumple a base del método continuo armónico, luego crecerá el papel del trabajo continuo variable, y, al terminar el período preparatorio y empezar el período competitivo, le sigue el método interválico. Tal correlación contribuye al desarrollo polifacético de las capacidades aeróbicas, influye benéficamente en el desarrollo de otras cualidades y capacidades de los deportistas.

EL AUMENTO DE LA ECONOMÍA

En el desarrollo de la resistencia a la fatiga no hay que limitarse al aumento de las posibilidades de los sistemas funcionales y mecanismos que determinan la potencia y la capacidad de las vías principales de suministro energético. Pero no es menos importante enseñar al deportista a usar con ahorro y de la manera más eficaz el potencial funcional de que dispone.

La capacidad para una actividad motora económica está estrechamente vinculada a otros aspectos de la preparación del deportista (técnico, táctico, físico, psicológico). Por eso, la capacidad de realizar económicamente el trabajo se perfecciona paralelamente con el desarrollo de las distintas cualidades motoras, el perfeccionamiento de la técnica y la táctica, las posibilidades psíquicas del deportista. Por ejemplo, el logro de elevados índices de potencia y capacidad de los procesos aeróbicos lleva a que aumente la proporción de éstos en el suministro de energía del trabajo estándar o extremo, aumentando su ahorro. Contribuye a ello la mejora de la técnica de respiración en el proceso intensivo de la competición y la elevación sobre esta base del volumen de respiración por minuto. El desarrollo de la flexibilidad y el aumento de la amplitud de los movimientos al ejecutarse ejercicios especiales de preparación o de competición, hace los movimientos más libres y efectivos, a la vez que contribuye a elevar el ahorro de la táctica.

El perfeccionamiento de las percepciones cinestésicas y visuales de los parámetros de las acciones motrices y el medio externo, realizado en el proceso de entrenamiento ideomotor conlleva una elevación sustancial de la capacidad de regular con eficacia la coordinación muscular: sincronizar la tensión de los músculos que trabajan, relajar con eficacia los músculos antagónicos. Ello, naturalmente, no sólo aumenta la eficiencia de los movimientos de trabajo, sino también la economía de la técnica.

De tal modo, la solución de los problemas más diversos de la preparación deportiva debe prever el uso de medios especiales y procedimientos metodológicos que contribuyan a elevar la economía. Además, cabe prestar especial atención al hecho de que la economía del trabajo se halla en dependencia directa de la parte de los mecanismos aeróbicos de metabolismo en la sustentación de éste con energía. Aquí desempeña un papel decisivo la capacidad del deportista para utilizar con eficacia en las condiciones específicas del trabajo el nivel que tiene de rendimiento aeróbico. La dificultad de la respiración externa y de la circulación periférica de la sangre en virtud de las peculiaridades específicas de la técnica y el trabajo tenso de los músculos, no permiten utilizar las capacidades aeróbicas que dispone en plena medida en las competiciones. Por eso la economicidad del trabajo en gran medida está determinada por la técnica racional de respiración, la cual debe ser perfeccionada en forma permanente en distintas condiciones de la actividad de entrenamiento y competiciones.

La proporción del aseguramiento aeróbico del trabajo y, en consecuencia, de su economía, está determinada por la rapidez con que se desenvuelven las posibilidades funcionales del sistema de transporte de oxígeno al nivel máximo posible y la duración de su mantenimiento, lo que es importante para alcanzar altos índices de resistencia durante la relativamente prolongada actividad de la competición. Al perfeccionamiento de la primera de estas capacidades contribuye la formación de un régimen económico de trabajo, puesto que con los ejercicios prolongados del deportista de ciclo en ciclo reduce la cantidad de los obstáculos exógenos y endógenos.

Por ejemplo, el entrenamiento diario continuo en el curso de 2-3 meses con un 80-90% de movilización de los sistemas cardiovascular y respiratorio (según datos de FC, un 80-90% de los índices máximos) y una duración de no menos de 20-30 min conlleva un ahorro sustancial de las funciones, lo que se manifiesta en el desplazamiento del UMAN a la zona de velocidades más

altas. Incluso para personas entrenadas con magnitudes bastante altas de UMAN se observa un efecto considerable.

Al desarrollar la economicidad respecto a las modalidades y disciplinas deportivas que presentan exigencias especiales al rendimiento aeróbico (carreras a larga distancia, carreras de esquí, distancias de fondo en natación, ciclismo de carretera, etc.), debe prestarse más atención a la reestructuración de las fibras musculares FTa y FTb. Debido a que los cambios en estas fibras constituyen una importante parte de la economía, los ejercicios de la respectiva orientación tienen que hallar un lugar importante en el proceso de entrenamiento. Se trata, ante todo, del trabajo continuo prolongado en las condiciones de una fatiga compensada y clara, cuando al trabajo se incorporan las mencionadas fibras musculares.

Un método eficaz para elevar la economicidad del trabajo es el trabajo firmemente orientado al perfeccionamiento de la capacidad de poner en tensión o relajar los músculos. Como resultado el deportista adquiere el importante hábito de controlar el grado de tensión de los músculos en activo, relajar al máximo los músculos que no participan en el trabajo.

Hay que prestar principal atención al trabajo de los grupos musculares clave. Así, los deportistas especializados en lucha grecorromana, aprenden a poner en tensión y relajar por turno los músculos de los brazos izquierdo y derecho, el cuello, pectorales y dorsales; los nadadores que se preparan para los estilos braza y mariposa perfeccionan la capacidad de poner en tensión alternativamente los músculos de ambos brazos o ambas piernas. Tal enfoque permite optimizar la coordinación del trabajo de los músculos durante los movimientos de trabajo y preparatorios.

Es muy importante enseñar a los deportistas a relajar los músculos faciales. Si el deportista sabe trabajar con una alta intensidad relajando los músculos faciales, menos tensión experimentarán también muchos otros músculos que no toman parte en el trabajo. Además, el deportista consume la energía de forma más económica, se fatiga más tarde y recupera las fuerzas más eficazmente durante el trabajo.

Cabe prestar especial atención al hecho de que los altos índices de economía y el uso de las reservas funcionales del organismo pueden ser desarrollados por el deportista con éxito en el proceso de las competiciones sólo en el caso de que las citadas capacidades sean resultado del empleo de medios específicos de entrenamiento. Si éstas fueron adquiridas con ayuda de ejercicios no específicos, en ese caso en las etapas subsiguientes de preparación con el uso del complejo de medios de preparación especiales, debe ser transformado en cambios específicos que correspondan a las peculiaridades de la distancia concreta. Ello presupone la necesidad de un proceso de perfeccionamiento de la economía; en primer lugar, cabe relacionarlo con el empleo de ejercicios preparatorios especiales y ejercicios de las competiciones.

En el cuadro 24 se insertan los complejos de ejercicios que contribuyen a elevar la economía del trabajo de los deportistas especializados en el ciclismo (de carretera). Según el mismo principio, pueden ser confeccionados los conjuntos de ejercicios para los deportistas especializados en otras modalidades.

De tal modo, en la metódica de elevación de la economicidad se pueden remarcar dos orientaciones relativamente independientes: (a) elevación de la economía funcional, (b) elevación de la economía biomecánica. La primera de estas orientaciones está vinculada al aumento de la potencia y la capacidad (reserva funcional) del sistema de suministro de energía, lo que lleva a una economía sustancial de su actividad. La segunda orientación prevé optimizar la interacción de las distintas cualidades motrices, el perfeccionamiento de la técnica deportiva, el establecimiento de una interrelación eficaz de las funciones motriz y vegetativa, el perfeccionamiento de la regulación neuro-psíquica de la actividad muscular.

EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA ESPECIAL

Para lograr un alto nivel de resistencia especial, el deportista debe conseguir la manifestación integral de ciertas propiedades y capacidades, de sus determinantes en las condiciones características para la actividad concreta en las competiciones.

En las etapas tempranas de preparación, el deportista todavía no está en condiciones de recorrer toda la distancia de competición con la velocidad planeada, resistir el ritmo necesario del partido o para librar el combate. No obstante, es indispensable ejecutar un gran volumen de trabajo con gran intensidad ya que ello contribuye a la formación de la técnica para la competición, eleva la economía de trabajo, elabora una coordinación racional de las funciones motoras y vegetativas, perfecciona la psique. Para crear esas cualidades específicas se utilizan ampliamente distintas variantes de los métodos interválico y continuo.

Ejercicios	Indices
1 2	3
1. Recorrido de distancias largas en tramos en llanura con una velocidad uniforme y con orientación a una respiración eficaz y un trabajo ahorrativo de los músculos	De 60-80 a 100-120 km
2. Recorrido de distancias largas con una velocidad escalonada creciente	60 km (15+15+15+15 km), 80 km (20+20+20+20 km), 100 km (25+25+25+25 km),
3. Recorrido de distancias largas con una velocidad escalonada descendente	
4. Recorrido de distancias en grupo en rutas complejas con una variación permanente de la velocidad, cambio de posiciones, régimen de trabajo y de otros índices en búsqueda de la más eficaz, desde el punto de vista de la economía de la variante técnico-táctica	De 50-70 a 150-120 km, 60 km (15+15+15+15 km) 80 km (20+20+20+20 km) 100 km (25+25+25+25 km)
5. Recorrido de las distancias con una marcha más elevada en los tramos de llanura con la velocidad (marcha en pendiente, carrera con entrenador motorista, marcha tras automóvil en carretera, etc.)	De 5-10 a 40-50 km, velocidad máxima para la distancia dada
Reacción del organismo (según la FC)	
4	
Durante el trabajo:	150-165 puls/min
En el primer tramo:	140-150 puls/min
en el segundo:	150-160 puls/min
en el tercero:	160-170 puls/min
en el cuarto:	170-180 puls/min
En el primer tramo:	170-180 puls/min
segundo:	160-170 puls/min
tercero:	150-160 puls/min.
cuarto:	140-150 puls/min.
La reacción del organismo está determinada por las peculiaridades de la carrera	170-200 puls/min

Cuadro 24. *Ejercicios recomendados para aumentar la economía del sistema de suministro energético*

En el trabajo para desarrollar la resistencia especial los ejercicios principales son los preparatorios especiales, próximos al máximo por la forma, la estructura y la peculiaridad de la influencia en los sistemas funcionales del organismo a los ejercicios de competición, así como la combinación de los ejercicios de distinta duración al ejecutarse el programa de una clase.

Por ejemplo, para desarrollar la resistencia especial de los luchadores se usan ejercicios de imitación con el compañero, distintas proyecciones de maniquíes, la realización reiterada de partes de un combate con el mismo compañero o distintos, combates de entrenamiento de carácter competitivo en un lapso de tiempo superior al estipulado por las reglas de las competiciones, etc.

El desarrollo de la resistencia especial a la fatiga para los nadadores, corredores o patinadores sobre hielo prevé recorridos múltiples de tramos de distancia con una velocidad de competición o cercana a ésta y pausas poco prolongadas de descanso, el recorrido de distancias de competición en las condiciones de las competiciones de control u oficiales. Con frecuencia los ejercicios se ejecutan en condiciones más complejas (el trabajo en montañas de mediana altura, usando máscaras especiales o tubos para dificultar la respiración; los corredores y patinadores sobre hielo utilizan la carrera con pesos especiales; los nadadores entrenan con ataduras o dispositivos de freno especiales, etc.).

La intensidad del trabajo se planea de manera que sea próxima a la planeada para la competición. Se utilizan ampliamente los ejercicios con una intensidad un poco superior a la planificada para la competición.

Si la prolongación de algunos ejercicios no es grande (un poco menor de la prolongación de la actividad competitiva), entonces la duración de los intervalos de descanso entre ellos no debe ser grande. Ella, por lo general, debe asegurar la ejecución de los ejercicios subsiguientes sobre la base de la fatiga después del anterior. Sin embargo, cabe tener en cuenta que el intervalo de tiempo, en el curso del cual se puede ejecutar el nuevo ejercicio estando fatigado, es muy grande (por ejemplo, después de un trabajo con el máximo de intensidad y una duración de 20-30 seg, la capacidad de trabajo resulta reducida aproximadamente en el curso de 1,5-3 min). Por ello, al planificar la duración de las pausas, se toma en cuenta el nivel y el grado de entrenamiento del deportista, intentando que la carga, por una parte, presente al organismo exigencias capaces de ejercer una acción de entrenamiento y, por otra, que no sea excesiva y en virtud de ello no incida desfavorablemente.

Cuando algunos ejercicios de entrenamiento son prolongados, las pausas entre repeticiones pueden ser largas, puesto que en ese caso la influencia de entrenamiento principal provoca cambios que ocurren durante la ejecución de cada uno de los ejercicios, y no como resultado de la influencia acumulativa del conjunto de ejercicios.

Cuando se eligen los ejercicios destinados a desarrollar una resistencia especial a la fatiga, cabe vincularlos a las peculiaridades características de la actividad competitiva en la modalidad deportiva concreta. Por ejemplo, al planificar el trabajo dirigido a desarrollar la resistencia especial a la fatiga en los deportistas de alto nivel, es necesario tener en cuenta que les espera una fatiga considerable tanto general como local. La necesidad de contrarrestar la fatiga general se debe a que los deportistas trabajan en el curso de 4 días durante 2-3 horas. En ese lapso ejecutan hasta 25 veces ejercicios de competiciones de control; realizan un gran volumen de trabajo durante el calentamiento. La necesidad de contrarrestar la fatiga local obedece a la especificidad de los distintos tipos del concurso múltiple en gimnasia; en el ejercicio en el caballo con arcos la carga principal recae en los músculos del antebrazo y la palma de la mano que aseguran la presa.

Una influencia sustancial en el desarrollo de la resistencia especial a la fatiga ejerce la combinación de ejercicios de distinta duración al ejecutar el programa de la sesión de entrenamiento. Por ejemplo, en las modalidades cíclicas cobraron la mayor difusión aquellos cuya longitud del tramo en las series es permanente o desciende paulatinamente (cuadro 25). La aplicación de series de prueba permite modelar con bastante exactitud las condiciones de la actividad competitiva propuesta. Pero al hacerlo es preciso regirse estrictamente por las siguientes reglas; las pausas entre los segmentos no deben ser largas (la FC no debe disminuir más que en 10-15 puls/min); cada nuevo segmento debe ser más corto que el anterior o tener la misma longitud; el tiempo total de la serie debe ser cercano al que se pretende demostrar en las competiciones.

De manera análoga se puede determinar el régimen de trabajo en las modalidades deportivas de coordinación compleja, los juegos deportivos y enfrentamientos individuales.

La cantidad de cada ejercicio depende del carácter, del volumen de su carácter, el volumen de la carga en las clases, la clasificación y el nivel de entrenamiento de los deportistas, la metodología del programa de la clase, etc. De tal modo, al planificar el volumen de trabajo destinado a elevar el nivel de desarrollo de la resistencia especial a la fatiga hay que partir de la situación concreta. En igualdad de condiciones, la cantidad de ejercicios puede ser aumentada a cuenta de la ejecución en serie, así como de la diversidad del programa de entrenamiento de cada sesión.

En el proceso de desarrollo íntegro de la resistencia especial a la fatiga, cabe tener en cuenta que la actividad eficaz en las competiciones implica una gran variedad de funciones motoras y vegetativas que aseguran una elevada capacidad de trabajo del deportista frente a grandes cambios del organismo y en condiciones diferentes del medio externo. En este sentido, al desarrollar la resistencia especial a la fatiga cabe asegurar:

1. la gran diversidad de medios y métodos de

Series de entrenamiento	Longitud de la distancia (m), descanso (seg)								
	Primera	Descanso	Segundo	Descanso	Tercer	Descanso	Cuarto	Descanso	Quinta
Carrera									
400	200	15	100	15	100	-	-	-	-
800	300	20	200	15	100	10	100	10	100
1500	500	30	400	20	300	10	200	10	100
5000	1500	30	1500	30	800	30	1500	30	400
10000	3000	45	3000	45	1500	30	1500	30	1000
Natación									
100	50	5	25	5	25	-	-	-	-
200	100	10	50	5	25	5	25	-	-
400	250	10	100	5	50	-	-	-	-
800	300	15	200	10	100	5	100	5	100
1500	500	20	400	10	300	10	200	5	100

Cuadro 25. *Ejemplos de series de entrenamiento al desarrollarse la resistencia especial a la fatiga en los corredores y nadadores de alto nivel*

perfeccionamiento de acciones técnico-tácticas y el desarrollo de la resistencia especial a la fatiga;

2. la estrecha interligazón de los procesos de perfeccionamiento técnico-tácticos y el desarrollo de la resistencia especial a la fatiga;
3. la simulación en las condiciones de la actividad de entrenamiento de todo el espectro posible de estados y reacciones de los sistemas funcionales, característicos de la actividad competitiva;
4. la alteración de las condiciones del medio externo tanto al desarrollarse la resistencia especial a la fatiga como en el proceso técnico-táctico del perfeccionamiento.

La diversidad de medios y métodos aplicados en el proceso del entrenamiento deportivo ayuda al deportista a dominar una gran cantidad de prácticas y hábitos, lo que contribuye a realizar en las competiciones las acciones motoras adecuadas a la situación formada: a las posibilidades funcionales del organismo del deportista en las distintas fases de los combates, juegos, partidos, carreras, etc.

La diversidad de medios y métodos contribuye también a la adaptación operativa a las exigencias impuestas por el carácter de las acciones técnico-tácticas, así como por las posibilidades de los distintos sistemas funcionales y mecanismos que aseguran la eficacia de su ejecución.

La diversidad máxima de medios y métodos de desarrollo de la resistencia especial a la fatiga -la intensidad y la prolongación de los ejercicios, el carácter complejo de su coordinación, el régimen de trabajo y descanso durante su ejecución, etc.- contribuye al desarrollo de una interrelación óptima de la resistencia a la fatiga con las cualidades de velocidad, fuerza, coordinación y flexibilidad. Ello aumenta de manera considerable la capacidad de trabajo especial del deportista y el rendimiento de la actividad en las competiciones.

El perfeccionamiento de la técnica y la táctica deportiva en los distintos estados funcionales del deportista, incluido el estado de cansancio, no sólo genera firmeza de hábitos y cambios sustanciales en el medio interno del organismo, sino que asegura también una estrecha interacción de las funciones motoras y vegetativas, su adaptación mutua para lograr el resultado final perseguido. A fin de cuentas, en el deportista se desarrolla la importante capacidad de aunar de modo óptimo las características cinemáticas, dinámicas y rítmicas de la técnica deportiva con las posibilidades funcionales del organismo en el momento concreto de la actividad en las competiciones.

Entre las orientaciones principales de la metodología para el perfeccionamiento de la estabilidad y la alternación de los hábitos motores y de las funciones vegetativas, de la constitución de una interligazón óptima entre la resistencia especial a la fatiga y otras cualidades motrices, cabe destacar la amplia alteración de condiciones del medio externo tanto en el proceso de entrenamiento, como en la actividad competitiva. Además, las condiciones más eficaces que hacen más comple-

jas las condiciones de entrenamiento y la actividad competitiva son los juegos en canchas más pequeñas o más grandes, juegos, combates o enfrentamientos con rivales que cambian permanentemente, el entrenamiento en las condiciones de montañas de mediana altura, competiciones con rivales más fuertes, en condiciones climáticas inusuales o en una hora desacostumbrada, con jueces poco imparciales, etc. También es útil el uso de distintos *simuladores* que facilitan el perfeccionamiento de la maestría técnica o aseguran el perfeccionamiento colateral de la técnica y el desarrollo de la resistencia especial a la fatiga.

Un capítulo especial del entrenamiento debe ser el perfeccionamiento del cambio de carácter del trabajo en el proceso de las competiciones. El método rápido y eficaz del paso de un género de trabajo a otro, con el mantenimiento del nivel óptimo de actividad funcional determina, en gran medida el nivel de resistencia a la fatiga en los deportistas.

Un lugar especial en la metodología del desarrollo de la resistencia especial a la fatiga ocupa la elevación de la estabilidad psíquica para superar las arduas sensaciones de cansancio que acompañan a la actividad de entrenamiento y de competiciones en la mayoría de las modalidades deportivas. Es particularmente grande el papel de la estabilidad psíquica para lograr altos índices en los tipos cíclicos de deportes ligados con la aparición de la resistencia, en los combates cuerpo a cuerpo, los juegos deportivos de equipo y en una serie de disciplinas de las modalidades deportivas de coordinación compleja.

Cabe tener en cuenta que la estabilidad para superar las duras sensaciones de cansancio que acompañan a la actividad de entrenamiento o competición se forma respecto a un trabajo concreto, su transferencia es relativamente pequeña no sólo del material de un tipo de deporte a otro, sino también al ejecutar un trabajo de distinta intensidad, duración y carácter referente a la misma modalidad deportiva. Por eso, para el éxito del trabajo dirigido a desarrollar la resistencia especial a la fatiga es necesario saber qué exigencias se presentan al tipo concreto de deporte, cómo se puede aumentar la capacidad de transferencia de las cargas psíquicas, cómo los distintos métodos de entrenamiento perfeccionan las cualidades volitivas, etc.

Es especialmente grande el papel del factor psicológico en la preparación relacionada con la movilización máxima de las posibilidades aeróbicas, con la necesidad de ejecutar durante largo tiempo un trabajo en las condiciones de altas magnitudes de insuficiencia de oxígeno. Estas provocan sensaciones profundas y, a menudo, dolorosas, de fatiga. Para superarlas se requieren cualidades volitivas específicas, la capacidad del deportista de superar las crecientes dificultades con un esfuerzo volitivo prolongado y tenso.

Las cualidades volitivas reveladas en las competiciones por lo general son perfeccionadas con el mejoramiento de otras cualidades que determinan el nivel de desarrollo de la resistencia especial a la fatiga mediante el uso de aquellos mismos métodos y medios de entrenamiento. Sin embargo, el perfeccionamiento de la estabilidad psicológica no puede ser descuidado. Al ejecutarse todos los ejercicios vinculados con la superación de la dificultades específicas, los deportistas deben prestar particular atención en la actitud seria hacia el trabajo, exigir de sí mismos un esfuerzo fuerte y firme de voluntad para el trabajo prolongado, la máxima concentración de voluntad al ejecutar entrenamientos relativamente cortos y ejercicios de competición.

Los ejercicios más próximos a los de competición tienen especial significado para perfeccionar la estabilidad psicológica de los deportistas por las peculiaridades de incidencia en los más importantes sistemas funcionales y el estado psicológico del deportista. Pero cabe considerar que el estímulo más poderoso para perfeccionar las cualidades volitivas es la participación en competiciones de responsabilidad contra rivales de la misma fuerza. Además, hay que señalar el papel bivalente de las competiciones. Por una parte, el estímulo psíquico, característico de los partidos importantes, conduce a un agotamiento mucho mayor de los recursos funcionales que los ejercicios de entrenamiento. Por otra, los altos cambios y el nivel de actividad de los sistemas funcionales más importantes por el principio de la relación inversa estimulan el perfeccionamiento de las posibilidades psíquicas especiales.

La eficacia del proceso de aumento de la estabilidad psíquica depende de las formas organizativas de realización de las sesiones de entrenamiento. Cabe aquí destacar dos factores interligados. El primero de ellos presupone una organización del proceso de entrenamiento en el cual en el grupo participen deportistas del mismo nivel que compitan por la plaza en el equipo. Ello crea un microclima de competitividad permanente al ejecutar los más diversos ejercicios. El segundo factor está vinculado con la habilidad del entrenador para movilizar al máximo a sus pupilos para que demuestren los índices más altos de capacidad de trabajo, ante todo, con el clima de permanente emulación y entrega cabal en el proceso de las clases de entrenamiento.

EJERCICIOS PARA EL DESARROLLO DE LA RESISTENCIA ESPECIAL A LA FATIGA EN LAS DISTINTAS MODALIDADES DEPORTIVAS

Al elegir los ejercicios destinados a desarrollar la resistencia especial a la fatiga, es necesario asegurar en el sistema de incidencias pedagógicas todos aquellos cambios diversos de la técnica y la actividad de los sistemas funcionales que tienen lugar en la actividad competitiva. Además, cabe prestar atención a la uniformidad relativa de distribución de los recursos dirigidos a perfeccionar las capacidades de los deportistas en todo el espectro de la técnica y la actividad de los sistemas funcionales. Sólo entonces se puede hablar del desarrollo multilateral de la resistencia especial a la fatiga de los deportistas tomando en cuenta las exigencias concretas que imponen las peculiaridades de su especialización deportiva.

A continuación se mencionan los ejercicios más eficaces para el desarrollo íntegro de la resistencia especial a la fatiga de los deportistas que se especializan en las distintas modalidades deportivas.

La intensidad del trabajo al ejecutarse los ejercicios varía en correspondencia con una u otra zona que refleja las peculiaridades de la sustentación energética de la actividad locomotora concreta. En particular, se utilizan ocho zonas: (a) de potencia anaeróbica máxima, (b) de potencia anaeróbica cuasimáxima, (c) de potencia anaeróbica submáxima, (d) de potencia aeróbica máxima, (e) de potencia aeróbica cuasimáxima, (f) de potencia aeróbica submáxima, (g) de potencia aeróbica mediana, (h) de potencia aeróbica pequeña. Una caracterización detallada de las zonas mencionadas de intensidad figura en los capítulos primero y séptimo del libro. En algunos casos, para caracterizar la intensidad del trabajo, se suelen utilizar los índices de la FC o la velocidad de la ejecución de los ejercicios (porcentaje del máximo posible).

Carreras en atletismo

Distancia de 100 y 200 m

Carrera a campo a través (3-4 km) por terreno accidentado brusco con subidas cortas y empinadas (20-40 m). La intensidad de trabajo durante las subidas es de las zonas 1-2; los tramos restantes, de las zonas 4-6.

6-10 x 60 m (1 zona) con pausas de 3-4 min.

6-9 x 100 m (los tramos 2-3, la zona 3; 2-3, la zona 2; 2-3, la zona 1) con una intensidad creciente.

3 x 800 m con velocidad alterna (100 m, zonas 1-2; 100 m, zonas 7-8, etc.)

3 x (3 x 300 m), zonas 2-3 de intensidad; las pausas entre los tramos, 2-3 min; entre las series, 5-6 min.

2 x (4 x 150 m), zonas 1-2 de intensidad, pausas entre los tramos de 2-3 min; entre las series, de 3-4 min.

Distancias de 400, 800 y 1.500 m

Carrera a campo a través de 5-8 km por terreno accidentado brusco y subidas empinadas (hasta 75-100 m). La intensidad del trabajo durante las subidas, zonas 2-3; los tramos restantes, zonas 4-6.

6-10 x 100-150 m (zona 2) con pausas de 4-5 min.

1.500 m con velocidad alterna (100 m, zona 1-2; 50 m, zona 7-8, etc.)

3.000 m con velocidad alterna (700 m, zona 3-4; 300 m, zona 6-8, etc.)

4-6 x 200-300 m carrera cuesta arriba (ángulo de 6-8); intensidad, zona 2-3; descanso entre los tramos, 2-3 min.

2 x (3 x 800 m); zona 4 de intensidad; pausas entre los tramos, 2-3 min; entre las series, 5-6 min.

1.000-800-600-400-200 m. La intensidad es creciente: zonas 4.3.2; intervalos de descanso descendente: 5 min, 2 min, 1 min, 30 seg.

Distancias de 5.000 y 10.000 m.

Carrera continua en la distancia de 5-10 km (zona 5).

Carrera continua a una distancia de 20-15 km (zona 6).

Carrera continua a campo a través o carretera a una distancia de 15-25 km (zonas 6-7).

Carrera contrarreloj uniforme y continua a campo a través a una distancia de 6-12 km (zonas 5-6).

Carrera alterna a una distancia de 10-20 km (800-1.200 m), zonas 4-5 de intensidad; 800-1.200 m, zonas 7-8 de intensidad)

5-6 x 1.200-3.000 m (zonas 4-5) descanso hasta la recuperación de la FC hasta 110-120 puls/min.

3-4 x (3-4 x 400-800 m) carrera cuesta arriba o por arena (zonas 3-4); pausas entre los tramos hasta recuperar la FC (110-120 puls/min).

Maratón (42.195)

Carrera continua a una distancia de hasta 20 km (zona 6).

Carrera continua a campo a través o carretera a una distancia de 20-30 km (zonas 6-7).

Carrera contrarreloj uniforme y alterna a campo a través a una distancia de 15-20 km (zona 6).

Carrera alterna a una distancia de 20 km (800 m, zona 4; 400 m, zonas 6-7, etc.)

Carrera alterna a una distancia de 30 km (2.000 m, zona 5; 1.000, zonas 7-8).

6-8 x 5.000 m (zona 5; descanso entre distancias, 10-15 min.

3-5 x 10.000 m (zona 6); descanso entre distancias, 15-20 min.

Ciclismo

Prueba de velocidad y carrera de 1.000 m contrarreloj con salida parada.

4-6 x 1.000-1.200 m con salida lanzada, con un equipo de 4-6 corredores cambiando de posiciones cada 200 m (zonas 2-3). Las pausas entre los ejercicios son de 10-12 min.

3-4 x 1.000 m con salida lanzada, con parejas cambiando de posiciones cada 500 m (zonas 2-3). Las pausas entre los ejercicios son de 12-15 min.

3-5 x 3.000 m con salida lanzada tras moto o Derny individual, con velocidad en progresión creciente hasta 120 km/h (zona 4). Las pausas entre los ejercicios son de 10-15 min (carretera).

5-6 x 500 m con salida lanzada y una velocidad de competición (zona 2), individual. Las pausas entre los ejercicios son de 6-8 min.

2-3 x 1.000 m con salida lanzada y velocidad de competición (zona 3). Las pausas entre los ejercicios son de 10-12 min.

2-3 x 1.000 m con salida lanzada, con parejas cambiando de posiciones cada 125-200 m (0,5 de una vuelta) con velocidad de competición (zonas 2-3). Las pausas entre los ejercicios son de 12-15 min.

2-3 x 1.000-1.200 m con salida lanzada, con un equipo de 4-6 personas y velocidad de competición (zonas 2-3), con cambio de posiciones cada 125-200 m (0,5 de una vuelta). Las pausas entre los ejercicios son de 10-12 min.

3-4 x 1.000 m con salida lanzada, individual tras moto o Derny (zona 3). Las pausas entre los ejercicios son de 8-10 min.

Carrera de persecución individual y por equipos

5-6 x 2.000-3.000 m con salida lanzada, individual, con velocidad competitiva (zonas 3-4). Las pausas entre los ejercicios son de 12-15 min.

4-6 x 5.000 m con salida lanzada, con velocidad de competición (zona 4). Las pausas entre los ejercicios son de 12-15 min.

2-4 x 3.000-4.000 m con salida lanzada, individual, en el equipo hay 3-4 corredores con cambio cada 0,5 vuelta, con una velocidad en progresión creciente de 70-85 km/h (zona 4) tras moto o Derny. Las pausas entre los ejercicios son de 10-15 min.

3-4 x 3.000-4.000 m con salida lanzada, individual, con una velocidad en progresión creciente (zona 4). Las pausas entre los ejercicios son de 6-8 min.

2-4 x 5.000 m con salida lanzada (zona 4) tras moto o Derny, individual. Las pausas entre los ejercicios son de 8-10 min.

4-5 x 4.000 m con salida lanzada, con un equipo de 4-5 corredores con cambio cada 0,5 vuelta con una velocidad de competición (zonas 3-4). Las pausas entre ejercicios son de 8-10 min.

Carrera por puntos (50 km)

4-6 x 500-600 m con salida lanzada, individual (zona 2). Las pausas entre los ejercicios son de 8-12 min.

2-3 x 10.000-15.000 m con salida lanzada, con un equipo de 5-8 corredores, con un desplazamiento de la última posición a la primera, con una velocidad de 50 km/h (zonas 4-5). Las pausas entre los ejercicios son de 15-20 min (carretera).

2-3 x 8.000-12.000 con salida lanzada, con un equipo de 4-6 corredores, con cambio de posiciones cada 1.000 m (zonas 3-5). Las pausas entre los ejercicios son de 15-20 min (carretera).

2-3 x 10.000-15.000 m con salida lanzada, con un equipo de 8-12 corredores, con cambio de posiciones cada 3-5 seg (zonas 4-5). Las pausas entre los ejercicios son de 15-20 min (carretera).

6-8 x 1.500-2.400 m con salida lanzada, con un equipo de 6-8 corredores, con aceleraciones máximas por turno a la primera posición a cada 250-300 m (zonas 2-4) con subsiguientes reducciones de ejecución del ejercicio. El corredor que parte primero en el ejercicio subsiguiente ocupa el lugar del último del equipo. Las pausas entre los ejercicios son de 10-12 min.

Carrera de 100 km por equipos

2-4 x 5 km con equipo de 4-5 corredores con salida parada o lanzada, en planicie o bajada (con un ángulo de hasta el 5%), sin viento o con viento a favor (zona 4). Las pausas entre los ejercicios son de 20-25 min.

1-3 x 100 km con un equipo de 4-5 corredores, en planicie, sin viento o con viento a favor (zonas 6-7). Las pausas entre los ejercicios son de 25-30 min.

3-5 x 15 km con un equipo de 4-5 corredores con salida lanzada, con o sin viento en contra, con el uso de cambios de velocidades altos en una proporción del 85-90% de la velocidad de la de competición (zona 5). Las pausas entre los ejercicios son de 15-20 min.

2-4 x 20 km con un equipo de 4 corredores con salida lanzada o parada en planicie o sin viento, con una velocidad de competición (zona 5). Las pausas entre los ejercicios son de 20-25 min.

1-2 x 20 km con un equipo de 4-5 corredores con salida lanzada en planicie, sin viento o con viento en contra, con el uso de cambios de velocidad altos, con una velocidad del 85-90% de la de competición (zona 5). Las pausas entre los ejercicios son de 20-25 min.

1-2 x 25 km con un equipo de 4 corredores, con salida parada, sin viento o con viento a favor, con cambio de velocidades super alto (zona 5). Las pausas entre los ejercicios son de 25-30 min.

1-2 x 25 km, con un equipo de 4-5 corredores con salida lanzada en planicie, sin viento o con viento a favor, con el uso de cambios de velocidad altos, con una velocidad de un 85-90% de la de competición (zonas 5-6). Las pausas entre los ejercicios son de 15-20 min.

3-5 x 25 km con un equipo de 4-5 corredores con salida lanzada o parada, en planicie, sin viento o con viento a favor, con velocidad de competición (zonas 5-6). Las pausas entre los ejercicios son de 20-25 min.

1-2 x 50 km con un equipo de 4 corredores con salida parada o lanzada, en planicie con una vuelta y velocidad de competición (zona 6). Las pausas entre los ejercicios son de 30-35 min.

Carrera individual

2-3 x 5 km individual, con salida lanzada en planicie o con relieve moderadamente alterno de la ruta, sin viento o con viento a favor con la velocidad máxima posible (zona 4). Las pausas entre los ejercicios son de 25-30 min.

3-4 x 5-15 km con un equipo de 3 ó 6 corredores con salida lanzada, en llano o relieve moderadamente alterno de la ruta, sin viento o con viento a favor, con cambio de posiciones cada 300 m con la velocidad máxima posible para la primera posición (zonas 4-5). Las pausas entre los ejercicios son de 25-30 min.

2-3 x 10-15 km con un equipo de 8 ó 12 corredores con salida lanzada en planicie o relieve moderadamente alterno de la ruta, con cambio de posiciones cada 1.000 m, con la máxima velocidad posible para la primera posición (zonas 5-6). Las pausas entre los ejercicios son de 10-15 min.

2-3 x 10-20 km con un equipo de 8-12 corredores con salida lanzada en planicie o relieve moderadamente alterno de la ruta, con desplazamiento de la última posición a la primera, con la velocidad máxima posible durante el desplazamiento y en la primera posición. Cambio de posición cada 5-10 seg (zonas 4,5 y 6). Las pausas entre los ejercicios son de 20-25 min.

3-4 x 10-20 km con un equipo de 8-12 corredores con salida lanzada, en planicie o relieve moderadamente alterno de la ruta, sin viento o con viento a favor, con cambio de posiciones cada 3-5 seg, con la velocidad máxima posible en la primera posición, con imitación de aceleración de llegada en los últimos 500 m (zonas 4,5 y 6). Las pausas entre las aceleraciones son de 25-30 min.

3-4 x 1-3 km individual o en grupo cuesta arriba (con un ángulo mayor del 5%), con salida parada o lanzada, con la velocidad máxima posible (zona 4). Con pausas entre los ejercicios de 25-30 min.

2-3 x 5-15 km individual o en grupo cuesta arriba (con un ángulo de hasta el 5%) con salida lanzada, con la velocidad máxima posible (zona 5). Pausas entre los ejercicios de 25-30 min.

1-2 x 20-25 km individual o en grupo cuesta arriba (con un ángulo de hasta el 5%), con salida lanzada, con la velocidad máxima posible (zona 6). Pausas entre los ejercicios de 30-35 min.

Natación

Distancias de 100 y 200 m

6-10 x 50 m con una intensidad en progresión creciente (zonas 4,3 y 2) en un régimen de 43 seg (5).

6-8 x 50 m con ayuda de los brazos o piernas (zonas 2-3 de intensidad) en un régimen de 45 seg.

4-6 x 50 con ayuda de los brazos o piernas sin respiración (zonas 2-3 de intensidad), en un régimen de 1 min.

4-6 x 100 m (zonas 2-3 de intensidad) en un régimen de 1 min 30 seg.

4-6 x 100 m (zonas 2-3 de intensidad) en un régimen de 1 min 30 seg.

4-6 x 25 m (zonas 1-2 de intensidad) en un régimen de 45 seg, 400 m con velocidad variable (50 m, zona 2; 50 m, zona 4).

Distancias de 200 y 400 m

4-6 x 100 m (zonas 3-4) en un régimen de 1 min 45 seg.

8 x 50 m (zonas 2-3) en un régimen de 45 seg.

4 x 200 m (zona 4) en un régimen de 4 min.

3 x (4 x 50 m) con una velocidad de competición, pausas entre los tramos de 10 seg y entre las series de 1 min.

---

(5) *En un régimen de 45 para nadar un tramo de 50 m y un descanso después de éste de 45 seg.*

8 x 100 m con una velocidad creciente (zonas 5,4 y 3) en un régimen de 1 min 30 seg.

800 m con velocidad alterna (100 m, zona 3); 100 m, zonas 6-8).

10-100 m con ayuda de los brazos y grandes palas (zonas 3-4) en un régimen de 1 min 30 seg.

Distancias de 80 y 1.500 m

4-8 x 300 m con velocidad de competición y pausas de 20 seg.

4 x 500 con velocidad de competición y pausas de 30 seg.

4 x 300 m con ayuda de los brazos o piernas (zona 4) con pausas de 15-20 seg.

4 x 400 m (cada 400 m, 100 m en coordinación; 100 m con ayuda de los brazos; 100 m con ayuda de las piernas; 100 m de natación combinada) (zona 4) con pausas de 30 seg.

15 x 100 m progresivamente (zonas 4 y 5) con pausas de 15 seg.

3 x 1.500 m (zonas 6 y 5) con pausas de 1 min.

24-32 x 50 m (zona 3) en un régimen de 45 seg.

Patinaje artístico

1. Repetición doble de la combinación con el mismo elemento del programa original. Por ejemplo, del primero (1+1) sin descanso. Los pasos que ligan el final de la combinación y su inicio deben ser cortos y sencillos. Repetición de series de 4 repeticiones. El intervalo de descanso entre las series es de 2,5-3 min.

2. Combinación con dos elementos en la sucesión del programa (1+2, 3+4, 5+6, 7+8). Repetir las series 3-4 repeticiones. El intervalo del descanso entre las series es de 2,5-3 min.

3. Uno, dos, tres, cuatro elementos del programa original lo ejecutan en la variante de la competición, los cuatro elementos restantes se simplifican o se pasan por alto. Las series se repiten 3 veces. El intervalo de descanso entre las series es de 2-3 min.

4. Repetición quíntupla del programa original, partiendo de su repetición completa, luego con exclusiones sucesivas de elementos: al principio del octavo, luego del séptimo y sexto, a continuación del cuarto al sexto, etc. En la última, quinta repetición, se ejecutan los primeros tres elementos. Los intervalos de descanso entre las series son de 2,5-3 min después de la repetición completa; 2 min después de la repetición sin un elemento; de 1,5 min después de la repetición sin tres elementos; de 1 min, sin cuatro elementos, etc.

5. Repetición múltiple de los fragmentos del programa original, partiendo de la ejecución de los primeros dos elementos, agregando en cada repetición el elemento siguiente. En la última, quinta repetición, ejecutan el programa en la variante de competición. Los intervalos de descanso entre las series son de 2,5-3 min.

6. Ejecución de la variante de competición del programa libre con acompañamiento de música. Es posible la sustitución de uno o dos elementos más o menos complejos. La cantidad de repeticiones es de 1-3 veces. El intervalo de descanso es de 10-15 min.

7. Ejecución del programa libre, pasando por alto los elementos impares del programa, o sea, el primero, el tercero, el quinto, etc. En la segunda repetición no se ejecutan los elementos pares. Por término medio para cada 20-30 seg gastados en la ejecución de los elementos le corresponden 2-3 seg de descanso deslizándose. La cantidad de repeticiones es de 1-3 veces. El intervalo de descanso es de 5-10 min.

8. La ejecución sólo de las partes pares del programa libre, sustituyendo los impares por pasos de carrera, el deslizamiento hacia adelante o atrás (separado o junto para las parejas y bailarines) al ritmo de la música. En la segunda repetición del programa, por el contrario, se ejecutan sólo las partes impares. La cantidad de repeticiones, 4. El intervalo de descanso es de 5-10 min.

9. Repetición regresiva del programa libre. Al principio ejecutan todo el programa, luego, después de la pausa del descanso, la repetición empieza de la segunda parte al final; la siguiente repetición, de la tercera parte al final, etc. Son 4-5 repeticiones. Los intervalos de descanso entre las repeticiones son de 3-10 min.

10. Ejecución de una parte del programa libre, por ejemplo, de la rápida, después de la cual siguen pasos de carrera (para las parejas y bailarines) durante 1 min a ritmo lento; luego sin intervalo de descanso sigue la misma parte y pasos de carrera en el curso de 2 min. De manera semejante se repiten todas las partes del programa. Después de la parte con acompañamiento musical lento siguen pasos de carrera a ritmo rápido en el curso de 30-50 seg. La prolongación total del ejercicio es de 4 min 30 seg. La cantidad de repeticiones del ejercicio dado es de 4 veces. El intervalo de descanso es de 10 min.

Voleibol

1. En una parte de la cancha tres deportistas se pasan el balón recurriendo al remate tras la línea de tres metros. En la parte opuesta de la cancha tres jugadores reciben el balón en la defensa, se lo pasan uno al otro y con un remate envían el balón a la parte contraria de la cancha.

2. En el caso de que el balón salga fuera de los

límites de la cancha, el entrenador arroja otro balón.

3. El mismo ejercicio, pero participan 9-10 jugadores. Los deportistas se pasan la pelota en un lado de la cancha y tres en el otro; en el caso de que el balón salga de los límites de la cancha, el trío que perdió el balón abandona la cancha y en su lugar entra corriendo el tercer trío; el trío que quedó en la cancha lanza el balón. El remate se ejecuta tras la línea de tres metros, así como cerca de la red según la tarea del entrenador.

4. Aparte de las seis personas que se ubican en las dos partes de la cancha, otros tres que forman un bloque se ubican en una parte de la cancha. Dos tríos juegan el balón y el trío que bloquea se les opone. Después de cada vez que el balón pasa a la parte de los que forman el bloque, éstos se desplazan junto a la red y se oponen al remate de la parte opuesta. En caso de pérdida del balón por parte de uno de los tríos, los jugadores salen para ser substituidos por el trío que se encuentra en la cancha.

5. En la cancha hay dos tríos. Hay 1 ó 2 jugadores que ejecutan el saque. El trío que lo recibe juega el balón. Si el balón sale fuera de la zona de juego el saque siguiente corresponde a la parte opuesta.

6. El mismo ejercicio, sólo que se agrega jugadores de bloque. El balón se pone en juego mediante el saque, luego sigue la recepción del balón. El segundo pase, el tiro del atacante con la oposición de quienes bloquean, los que bloquean se desplazan junto a la red. Dos jugadores que no participan en el ataque al efectuarse el tiro cubren a su atacante.

7. Seis jugadores con las piernas flexionadas y un poco inclinados se desplazan a lo largo de la línea lateral, en la parte opuesta se encuentran los jugadores que ejecutan el tiro de ataque en posición de apoyo. En el caso de que se pierda el balón, los jugadores que ejecutan los tiros de ataque utilizan el balón siguiente.

8. En la zona Nº1 se coloca el enlace, en la zona Nº5 se coloca el jugador que ejecuta el primer pase al enlace. El mismo ejecuta el tiro de ataque a la zona Nº5. El jugador que recibe el balón en la defensa, lo envía a la zona Nº2 donde se desplaza el enlace, luego el enlace hace el pase a la zona Nº4 y allí se desplaza el jugador de la zona Nº5 y ejecuta el subsiguiente tiro a la zona Nº5 ó 1 de la parte opuesta; el jugador recibe el balón y en la parte opuesta todo se repite.

Baloncesto

1. Desplazamiento a través de toda la cancha en tríos con cambio de lugares en combinación a pase del balón. Es necesario cruzar la cancha en tres pases y terminar con lanzamiento del balón a canasta.

2. Carrera a velocidad máxima con pase del balón, de tablero a tablero, con lanzamiento del balón a canasta desde mediana distancia. Tarea: el jugador termina el ejercicio después de 4-5 lanzamientos precisos.

3. Carrera con pase del balón desde una a otra línea de fondo durante 40-60 seg.

4. Lanzamientos del balón a canasta en serie, durante 3 min. El jugador efectúa 3 lanzamientos desde un mismo punto y realiza un esprint hasta la línea de fondo para, al volver hacer 3 nuevos lanzamientos. El compañero pasa al jugador el balón.

5. Lanzamientos en serie durante 3 min, después de un lanzamiento exacto el balón se pasa al jugador para efectuar el lanzamiento, después de cada fallo, el jugador hace un esprint hasta la línea de fondo y volver para proseguir los lanzamientos.

6. Lanzamientos individuales, por turno, en dos tableros opuestos situados entre sí a una distancia de 15 metros. El ejercicio se ejecuta en la competición de dos jugadores, durante 3 min para una cantidad de lanzamientos fructuosos en ese lapso.

7. Permutación entre dos jugadores a una velocidad máxima durante 30-40 seg.

8. Permutación a una velocidad máxima por los lados de un triángulo a la orden del entrenador durante 30, 40, 50 seg.

Balonmano

1. El ejercicio se ejecuta en tríos. Dos jugadores atacantes, ubicándose a 3 m del área del portero, se pasan el balón mutuamente a velocidad máxima. El defensa procura cortar el pase adelantándose en un momento cómodo, luego vuelve, y así sucesivamente.

2. El ejercicio se ejecuta en tríos. Dos delanteros extremos dominan el balón; el del medio es un defensa. Los jugadores avanzan por la cancha (en una misma línea). El defensa se desplaza por turno hacia cada delantero y obstaculiza activamente sus movimientos.

3. El delantero con el balón se desplaza a lo largo de la línea de lanzamiento e imita el tiro del balón a puerta. Uno de los dos defensas sale adelante y marca de cerca al delantero; el segundo ocupa su lugar y ejecuta acciones de bloqueo. Los defensas cambian de funciones.

4. Los jugadores se distribuyen en parejas a una distancia de 3-4 m cada uno. Uno de ellos realiza distintas acciones de defensa. Su pareja las repite. A la señal del entrenador el primer jugador imita

el tiro de la pelota a puerta; el segundo imita acciones de bloqueo.

5. Dos defensas se colocan en la línea del área del guardameta a una distancia de dos metros uno del otro. Enfrente, tras la línea de tiros libres, se colocan dos delanteros. Los delanteros se pasan el balón uno al otro. El defensa sale al encuentro del delantero que recibe el balón, y después que éste lo pasa a su compañero ocupa la posición inicial. El ejercicio puede ejecutarse en la formación 3-3, 4-4.

Fútbol

1. Carrera permutando el balón: 5 m adelante-atrás; 10 m adelante-atrás.

2. Carrera permutando el balón: 5 m adelante-atrás, 10 m adelante-atrás, 5 m atrás.

3. Saltar de una altura de 50-60 cm al ritmo más alto durante 15 seg, estando de frente (de costado) a la altura.

4. Carrera a ritmo lento (moderado) alrededor de la cancha de fútbol con aceleraciones de 5 seg.

5. Saltos hacia arriba al máximo ritmo, tocando el pecho con las rodillas durante 15-20 seg.

6. Pase de cabeza en salto (saltando de un banquillo de gimnasia). Después del pase regreso de un salto a la posición inicial; la pareja, situada a 3-4 m del banquillo lanza el balón con las manos. Cada 15 seg, se efectúa el cambio de lugares de trabajo.

7. Retención del balón: en la mitad del campo dos equipos con el mismo número de integrantes; el equipo que tiene el balón trata de retenerlo el máximo tiempo posible, los rivales tratan de quitarle el balón. Duración: 10-15 min.

8. Juego bilateral con una limitada cantidad de pases en la mitad de su campo (con la mayor frecuencia el número de pases en su mitad se limita a dos). Duración: 15-20 min.

9. Lleva el balón a la velocidad máxima a lo largo de la línea lateral, pase del balón a la pareja en la zona de área penal; distancia en que se lleva el balón, 40-50 m; pase del balón sin pausa; 8-10 repeticiones (6).

---

(6) *Nota: Al ejecutarse los ejercicios recomendados para todos los juegos deportivos –voleibol, baloncesto, balonmano y fútbol– cabe asegurar una intensidad bastante alta de trabajo característica para la actividad competitiva de los deportistas. Usualmente, los ejercicios se ejecutan con una frecuencia cardíaca igual a 160 puls/min. Los ejercicios pueden ser de corta duración (15-30 seg) o bastante largos: 3-5 o incluso 15-20 min. Se utiliza ampliamente la ejecución en serie de los ejercicios. Por ejemplo, 3-4 series de 3-5 repeticiones con una duración de 2 min y con pausas entre los ejercicios de 30-60 seg entre series de 3-5 min.*

Boxeo

Ejercicios	Intensidad	FC media (puls/min)
Saltos a la comba	Ritmo uniforme bajo	130-139
Boxeo contra la sombra	Ritmo mediano	140-149
Ejercicios de imitación con sobrecargas y con «sparring»	Ritmo mediano	150-159
Boxeo contra la sombra	Ritmo alto con aceleraciones prolongadas	160-179
Saltos a la comba	Ritmo rápido con aceleraciones prolongadas y vueltas dobles	160-179
Ejercicios con el uso de saco de arena pequeño y balón neumático	Ritmo bajo	140-149
Ejercicios con el saco de arena posibles saco de arena pequeño, balón neumático e hidráulico	Ritmo mediano y uniforme con posibles aceleraciones de corta duración	150-159

Ejercicios	Intensidad	FC media (puls/min)
Ejercicios con el saco de arena pequeño, balón hidráulico y balón neumático	Ritmo alto con aceleraciones	160-179
Ejercicios con el saco	Ritmo alto con aceleraciones	170-179
Ejercicios con guanteletes	Ritmo mediano con posibles aceleraciones de corta duración	180-189
Ejercicios con guanteletes	Ritmo alto con aceleraciones	180-189
Combate libre	Ritmo mediano, método de grupo, sparring débil	180-189
Combate libre	Ritmo alto, sparring fuerte	190-199
Sparring	Ritmo mediano y alto	200-209
Combate de control	Ritmo mediano y alto	Más de 210

Cuadro 26. *Ejercicios preparatorios especiales para desarrollar la resistencia a la fatiga.*

La duración de los distintos ejercicios puede fluctuar en una amplia escala: de 10-15 a 2-3 y hasta 5-6 min. Los ejercicios de corta duración por lo común se ejecutan en series de 3-5 interacciones; las pausas entre los ejercicios son de corta duración, entre las series son largas, para asegurar la recuperación de la capacidad de trabajo. En calidad de ejemplo se puede citar el ejercicio con guanteletes a elevado ritmo de aceleraciones: 4 series (4 x 1 min), las pausas entre los ejercicios en la serie son de 15 seg; entre las series, de 1 min; trabajo en serie intenso con el uso de equipos especializados: 3 series x (30 seg de trabajo con el saco, 30 seg de trabajo con el colchón de pared, 30 seg de trabajo con el balón para entrenar la rapidez, 30 seg de trabajo con el saco de arena); las pausas entre los ejercicios en la serie, 10-30 seg; entre las series, 30-90 seg.

CAPÍTULO VIII

Máquinas de musculación y material que aumentan la eficacia de la preparación física de los deportistas

El análisis de la experiencia de preparación de deportistas de elevada categoría especializados en distintas modalidades deportivas demuestra que la eficacia de las diferentes cualidades físicas está determinada, en gran medida, por el uso de varios simuladores diversos o máquinas de musculación: para la preparación de fuerza especial y general, el desarrollo de las cualidades de velocidad y de velocidad-fuerza, el desarrollo combinado de la fuerza y la flexibilidad, las capacidades de velocidad y coordinación, el desarrollo simultáneo de las cualidades físicas y el perfeccionamiento de la técnica deportiva, etc. (Polievski et al., 1986; Fomin, 1988; Stenin y Polovtsev, 1990).

El uso de simuladores permite ampliar sustancialmente el volumen de los medios de preparación física, aumentar la incidencia selectiva en distintos sistemas funcionales, elevar el coeficiente de acción útil de los ejercicios ejecutados, asegurar la realización plena del nivel base de las cualidades físicas en los ejercicios de competición, crear las condiciones necesarias para dosificar con exactitud la carga, controlar y dirigir con eficacia el proceso de desarrollo de las distintas cualidades físicas (Shreder, 1971; Agranovski, 1980; Platonov, 1986).

El uso de máquinas de musculación en el proceso de preparación física permite crear regímenes inalcanzables en condiciones naturales, de ejecución de los ejercicios o de sus elementos principales. Las peculiaridades del diseño de tales máquinas presuponen el mínimo de desviaciones de la técnica racional de ejecución de los movimientos motores planeados. Ello crea premisas para evitar los errores y aumenta la probabilidad de alcanzar índices más altos en los movimientos característicos más importantes. El aligeramiento artificial con ayuda de simuladores de las condiciones para alcanzar la estructura coordinadora óptima de los movimientos (en comparación con las condiciones comunes de entrenamiento y la actividad de competición) permiten a entrenador y deportista determinar la vía más completa de realización de sus posibilidades funcionales.

Pasemos al examen de las máquinas principales y los implementos especiales utilizados en el proceso de preparación física de los deportistas y que permiten elevar sustancialmente la calidad del trabajo en el desarrollo de las cualidades físicas.

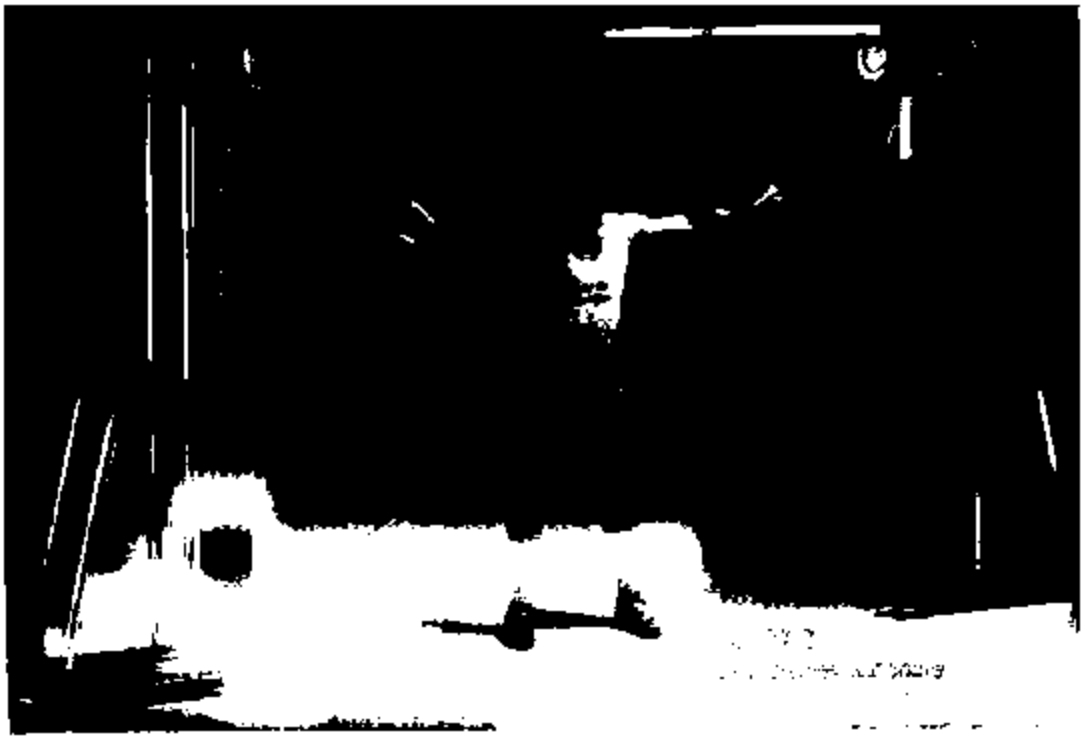
MÁQUINAS PARA LA PREPARACIÓN DE FUERZA BÁSICA

La eficiencia del proceso de preparación de fuerza creció de manera notable cuando los medios tradicionales de preparación (ejercicios con halteras, en la barras fija, paralelas asimétricas, con resistencia de la pareja, etc.), fueron completados en forma sustancial con ejercicios diversos ejecutados con el uso de simuladores especiales (máquinas de musculación).

Ya hace mucho aparecieron las máquinas con cargas en forma de placas selectorizadas, cuyo uso permitía localizar la carga en grupos musculares y músculos determinados, diversificar el proceso de preparación de fuerza y elevar su eficacia. Existe una enorme cantidad de diseños

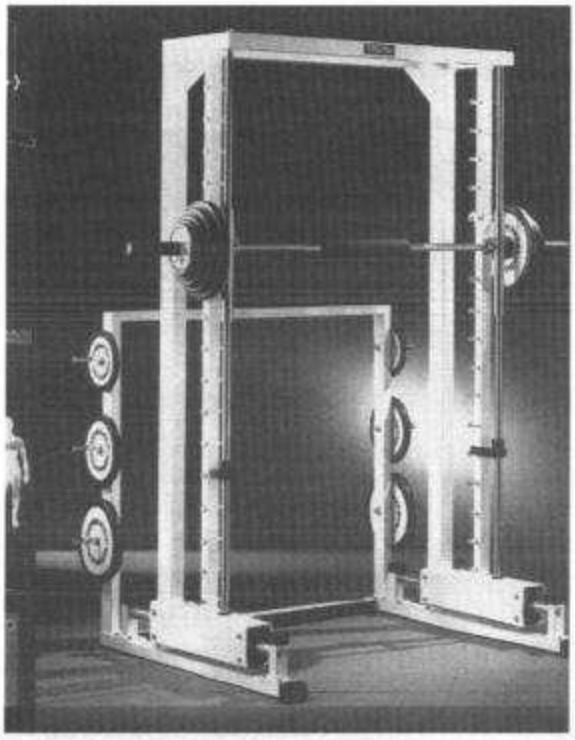
de simuladores con placas selectorizadas tanto para los ejercicios específicos (ilustr.74), como también de aparatos integrales que posibilitan ejecutar una gran cantidad de ejercicios diversos que incorporan al trabajo la mayor parte del sistema muscular de los deportistas (ilustr.75).

1

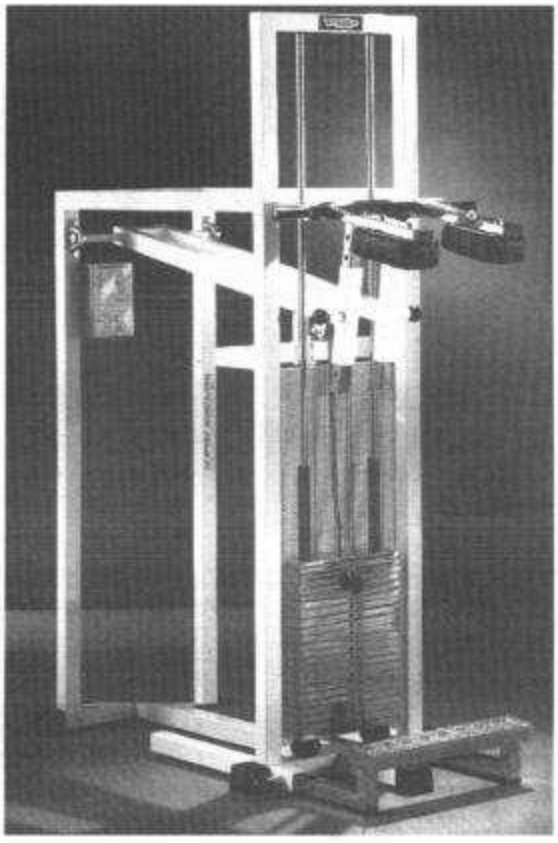


2

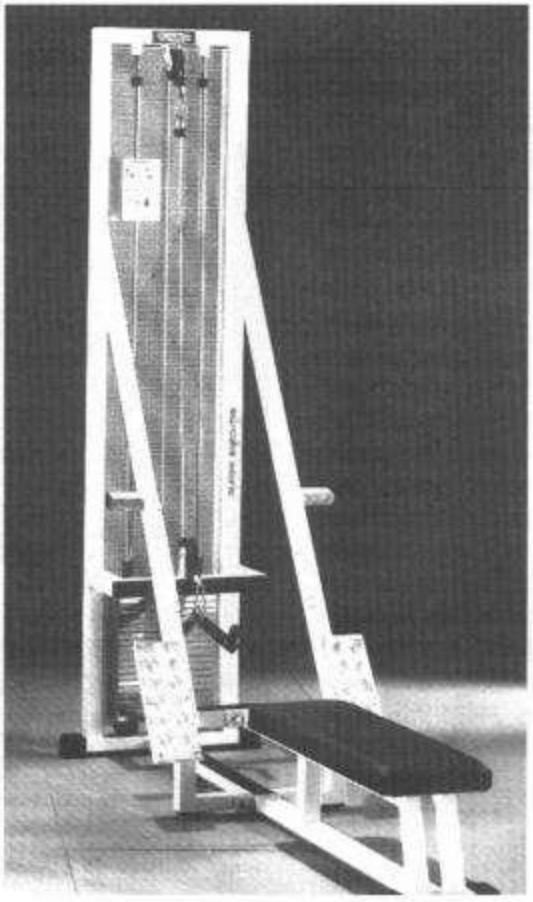
Ilustr. 74.



3



4

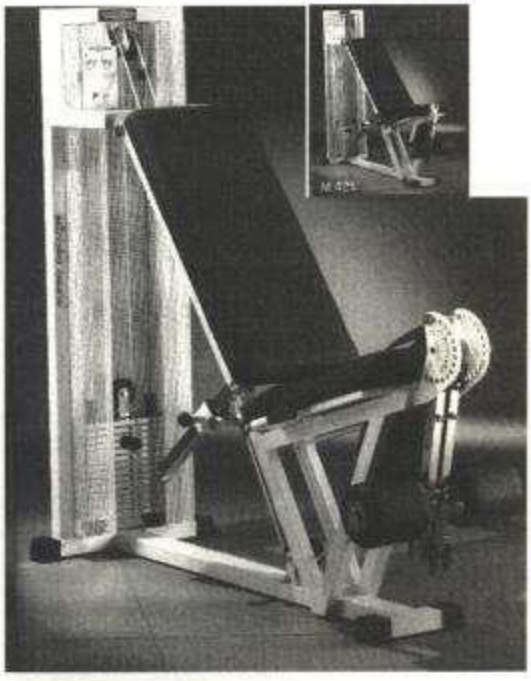


5

Ilustr.75. *Conjunto de máquinas de musculación con placas selectorizadas de la marca «Universal».*

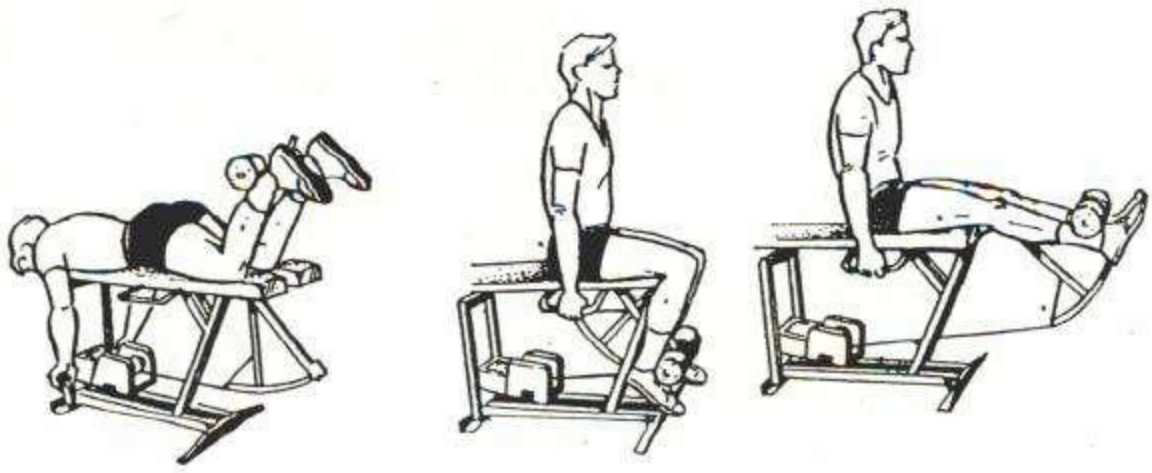
En los últimos años fueron desarrollados y comenzaron a implantarse en la práctica máquinas cuya resistencia se regula a costa de la compresión de aire o líquido en un sistema de émbolo (ilustr.76).

1



2

Ilustr.76. *Máquinas de la marca «Technogym». 1: para las flexiones estirado de espalda; 2: para flexión y extensión de piernas*

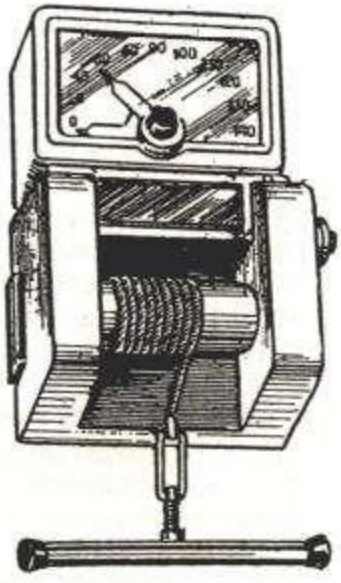


Ilustr.77. *Máquinas de musculación para entrenar la fuerza de los extensores y los flexores del muslo.*

Estas máquinas no tienen tantas piezas metálicas como las de placas selectorizadas, sin embargo, no son lo suficientemente fiables y con frecuencia se estropean si se explotan intensamente.

También aparecieron aparatos mucho más sofisticados, en particular, simuladores que permiten trabajar en un régimen isocinético (ilustr.77).

El diseño del elemento básico de esos simuladores (ilustr.78) aseguran la posibilidad de cambiar las cargas en el transcurso de toda la amplitud del movimiento.

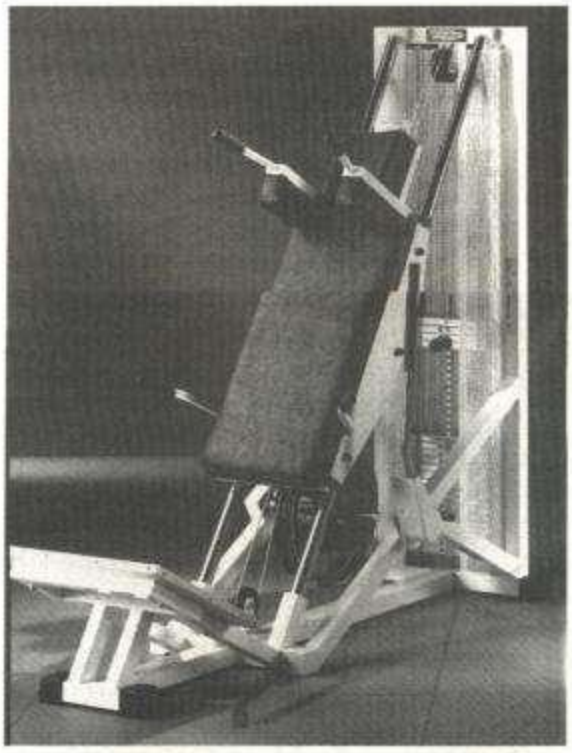


Ilustr.78. *Elemento de la máquina de musculación que permite ejecutar ejercicios en régimen isocinético.*

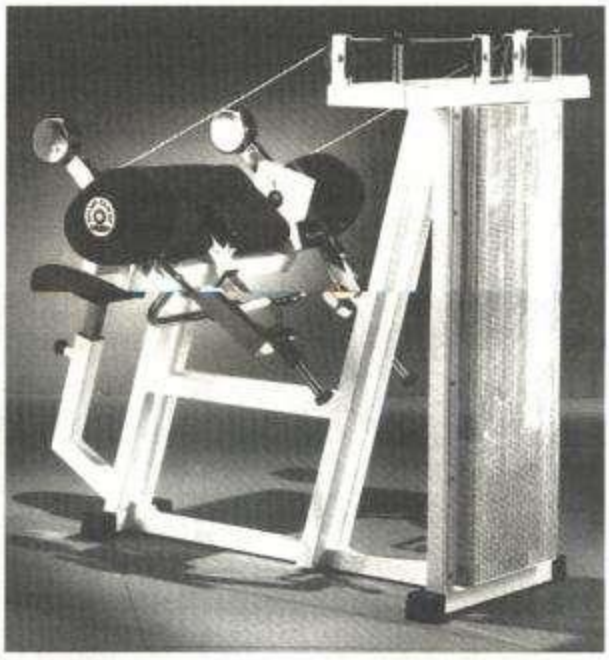
Gracias a las peculiaridades de la máquina, la resistencia puede variar en una amplia escala, adaptándose a las posibilidades reales de los músculos en cada fase del movimiento ejecutado. Un elemento importante es también el hecho de que la velocidad de desplazamiento de los bioeslabones en el trabajo con estos simuladores puede variar de 0 a 200 y más grados por segundo, con el uso de máquinas con sobrecargas (pesas) la velocidad de desplazamiento, por lo común, no puede superar los 50-60° por segundo.

Sin embargo, las máquinas isocinéticas tienen también defectos sustanciales. En particular, en el trabajo con estos simuladores puede ser utilizado sólo el régimen concéntrico de trabajo de los músculos. El trabajo excéntrico, muy eficaz para el desarrollo de la fuerza, es imposible ya que el retorno de las partes del cuerpo a la posición inicial se produce cuando los músculos se hallan en el estado pasivo. La imposibilidad de superar la resistencia con el trabajo excéntrico hace que estos simuladores no aseguren la extensión completa de los músculos en la fase final del movimiento. Naturalmente, disminuye el nivel de fuerza en el subsiguiente trabajo concéntrico, así como se reduce en un promedio de 3-5° la amplitud de los movimientos al ejecutarse distintos ejercicios. Ello no sólo aminora la eficacia de la preparación de fuerza, sino también de la técnica deportiva de distintas modalidades, la cual, como se sabe, requiere una gran amplitud de movimientos con gran intensidad de fuerza en los puntos extremos de la amplitud, con una extensión máxima de los músculos implicados.

El nuevo enfoque en el diseño de máquinas de musculación, realizado actualmente con bastante éxito por una serie de firmas, en primer lugar, por Nautilus, David, Cybex (EE.UU.), Sportesse (Ale-



1



2

Ilustr.79. *Máquinas de resistencia variable. 1: polea excéntrica, 2: palanca de cambio*

mania), Salter (España), Sports World (Israel), Peter's Gym, permitió compaginar los mejores elementos del entrenamiento tradicional de fuerza con el uso de pesas, dispositivos selectorizados con las ventajas del entrenamiento isocinético, atenuando, al mismo tiempo, sus elementos negativos.

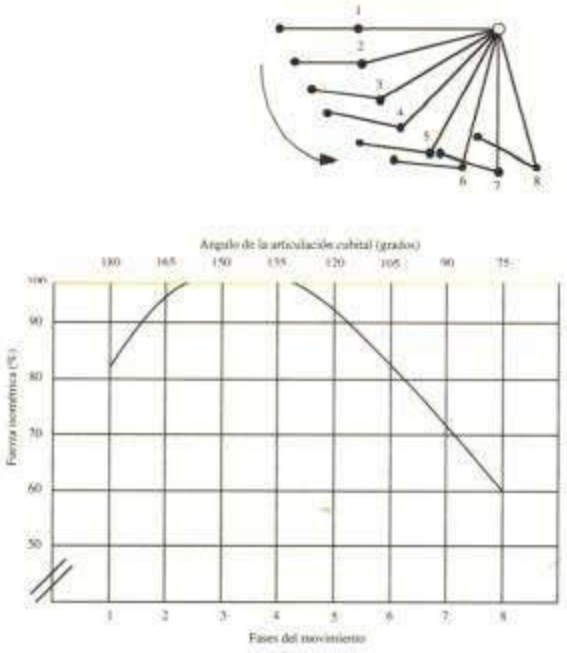
El diseño de los simuladores con resistencia variable se basa en el uso de palancas con discos y poleas excéntricas, cuya longitud varía durante el movimiento (ilustr.79).

La existencia de máquinas selectorizadas y del juego de cargas permite ejecutar el movimiento con la amplitud máxima, lo que se logra con la extensión forzada de los músculos en la parte de retroceso del movimiento, así como asegurar el movimiento tanto en las condiciones de trabajo concéntricas como excéntricas. El elemento principal de los simuladores -la polea excéntrica utilizada en el sistema de transmisión de fuerza- asegura la posibilidad del cambio de resistencia al cambiar la resistencia en el ángulo de rotación. Con ello cambia la resistencia en las distintas fases de amplitud. El problema se reduce a que el diseño de la polea excéntrica determine la forma de la curva de la resistencia que corresponda a la forma de la curva del desarrollo de la fuerza del deportista. Cabe señalar que al ejecutarse distintos movimientos, la función dinámica del desarrollo de la fuerza es específica. En los ilustraciones 80-83 están representadas las curvas integrales de la fuerza para algunos ejercicios, obtenidos como resultado de los estudios de las posibilidades de fuerza de los deportistas de alto nivel.

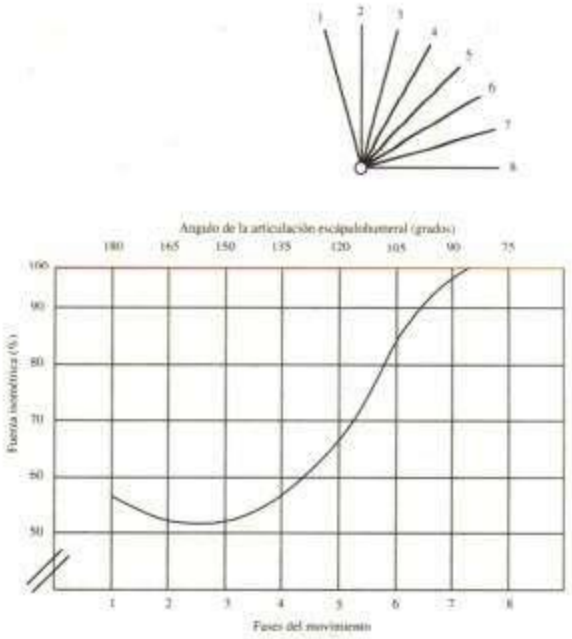
Por lo que se ve en las ilustraciones presentadas, la diferencia en la estructura biomecánica de los movimientos y en las posibilidades de los grupos musculares incorporados al trabajo determinaron no sólo la diferente función dinámica de la fuerza revelada, sino grandes diferencias en la dispersión del nivel de fuerzas entre los índices de las fases más o menos eficaces desde el punto de vista del logro de la fuerza máxima.

Las diferencias sustanciales en la forma de las curvas integrales de fuerza se observan también al examinar otros de los ejercicios más difundidos de fuerza. Además, cabe destacar distintas variantes:

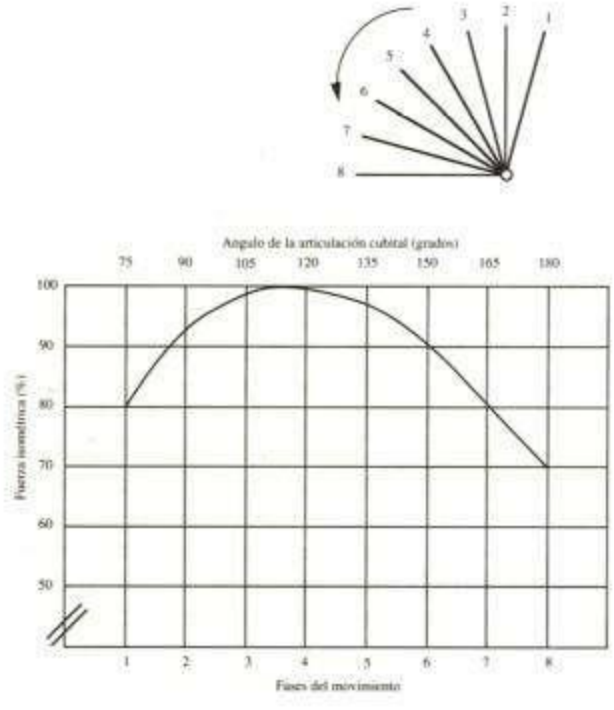
1. el aumento suave de la fuerza y el logro de sus valores máximos en la parte central de la amplitud con la subsiguiente reducción uniforme (levantamiento de pesas en posición estirada, flexión del torso en posición sentada, tracción hacia el pecho en posición sentada);



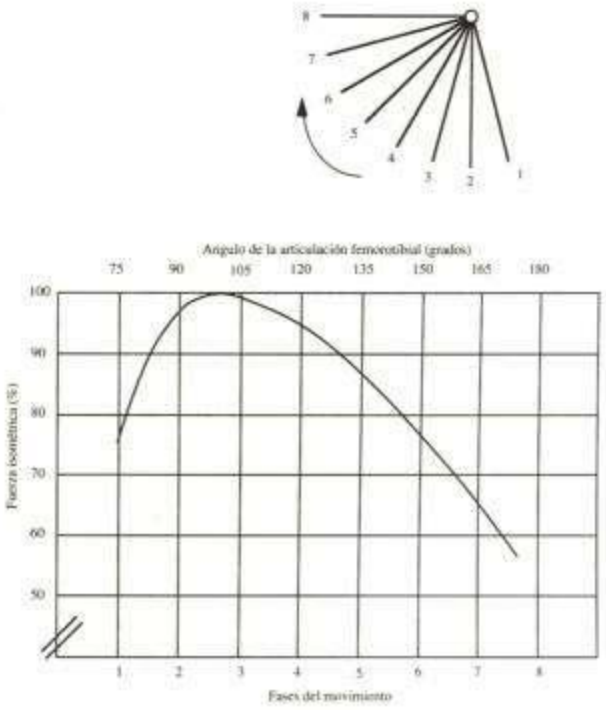
Ilustr.80. *Dinámica de la máxima fuerza isométrica durante la ejecución de una tracción hacia el pecho en posición sentada. En la parte superior y a la derecha aparece un esquema cinemático del movimiento.*



Ilustr.81. *Dinámica de la máxima fuerza isométrica durante la ejecución de un movimiento de fuerza hacia arriba y hacia adelante y hacia abajo por encima de la cabeza.*



Ilustr.82. *Dinámica de la máxima fuerza isométrica.*



Ilustr.83. *Dinámica de la máxima fuerza isométrica de una extensión desde sentado.*

2. el logro de índices límites o casi límites al comienzo del movimiento con la ulterior reducción suave o brusca (levantamiento de pesas en posición sentada, movimiento del hombro en posición sentada, flexión de la pierna en posición sentada, extensión del torso en posición sentada, movimiento del hombro en posición sentada). En la segunda parte del movimiento es posible la estabilización del nivel de fuerza, la elevación o descenso gradual;
3. el crecimiento suave de la fuerza con el logro de valores máximos en la parte inicial de la amplitud con el ulterior descenso suave (doblamiento de los brazos de la posición sentada);
4. crecimiento brusco o gradual de la fuerza lográndose los valores máximos en la parte inicial de la amplitud (extensión de las piernas de la posición sentada, extensión del antebrazo);
5. carácter ondulatorio de la curva (movimiento de la fuerza arriba-adelante-abajo desde la cabeza, pull over).

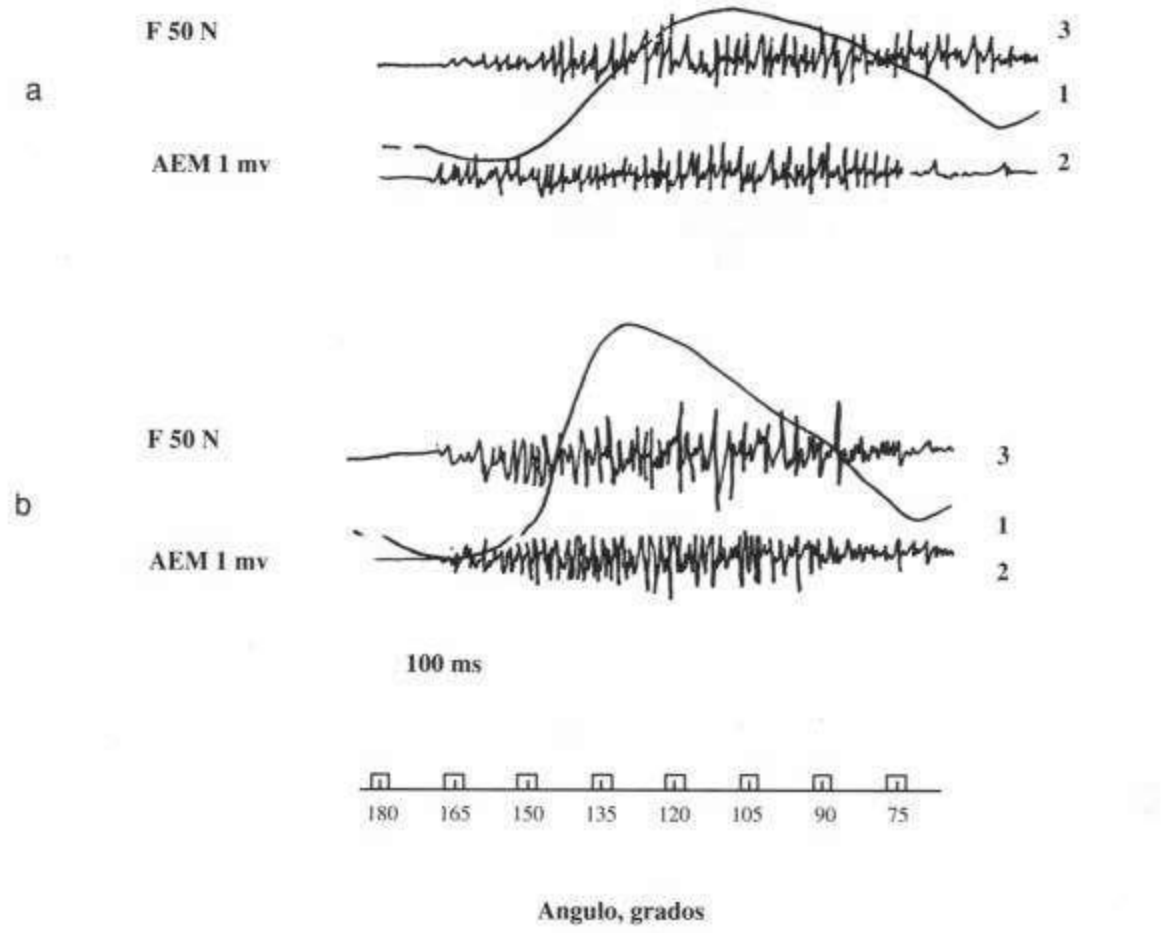
Al ejecutarse los distintos ejercicios se observan fluctuaciones entre los valores máximos y mínimos de la fuerza registrados en las distintas fases del movimiento. Por ejemplo, esta dispersión es grande al ejecutarse el ejercicio «flexión de brazos desde la posición sentada» y la «flexión de piernas desde la posición sentada (40-45%). Al ejecutar otros ejercicios, la dispersión disminuye hasta un 30-40% e incluso hasta un 15-20% («flexión del torso desde la posición sentada»).

Sin embargo, en todos los casos las fluctuaciones son tan grandes que confirman convincentemente las ventajas indiscutibles de los simuladores con resistencias variables en comparación con todos los otros medios de desarrollo de la fuerza, en especial, de las pesas y las máquinas comunes de placas selectorizadas. Es bien sabido que, por ejemplo, el crecimiento del diámetro del músculo y, respectivamente, del nivel máximo de la fuerza es sustancial si se aplica una resistencia del 89-95% del nivel máximo de fuerza. En todos aquellos casos en que la fuerza se encuentre más baja de ese nivel, el efecto del entrenamiento se reducirá de modo sustancial. Para la mayoría de los ejercicios cerca del 50% de la amplitud del movimiento resulta ineficaz desde el punto de vista del desarrollo de la fuerza a costa del crecimiento del diámetro del músculo, aunque en algunos ejercicios este porcentaje es un poco inferior (30-40%), y en otros más alto (60-70%). También se diferencia de manera notable en distintos ejercicios la zona de fuerza máxima absoluta, la cual varía en una amplia escala. En cuanto a la tarea de desarrollar la fuerza máxima bajo la zona de máximo absoluto cabe entender la escala de 85-90 al 100% del nivel máximo con relación a cada ejercicio concreto. Teniendo esto en cuenta en algunos ejercicios esta zona es bastante amplia (75-90%), mientras que en otros es visiblemente más estrecha (15-20%). El estudio de la interrelación entre la dinámica de la fuerza y la actividad eléctrica de los músculos que soportan la carga principal al ejecutar el ejercicio concreto, ha demostrado que a pesar de toda la diversidad de las curvas individuales de fuerza la actividad eléctrica más integrada (AEI) coindice con la zona de la fuerza máxima absoluta (ilustr.84-85).

Por lo tanto, el alto nivel de fuerza está ligado con una actividad elevada de los músculos que trabajan.

De acuerdo con lo expresado se puede establecer también la mayor eficacia de los simuladores con resistencia variable para desarrollar la fuerza máxima y el crecimiento del diámetro del músculo: cuanto más amplia es la zona tanto más eficaz son los simuladores en comparación con las resistencias tradicionales. En aquellos ejercicios donde la zona del máximo absoluto es estrecha, la eficacia de los medios tradicionales de preparación de la fuerza puede no ceder al trabajo en los simuladores. Ello es natural puesto que la magnitud de la sobrecarga (discos, placas en las máquinas selectorizadas) está limitada por el nivel de fuerza en la fase menos eficaz del movimiento. Por eso, respecto a aquellas fases en las cuales las posibilidades de fuerza de los deportistas son un 15-20% más altas que la resistencia aplicada el ejercicio resulta ineficaz. Por eso, cuanto más amplia sea la zona de máximo de fuerza y cuanto mayor sea la dispersión entre los valores extremos durante el trabajo en un simulador concreto, tanto mayor debe ser la importancia de ese simulador en el sistema de preparación de la fuerza en comparación con los otros medios.

Respecto al desarrollo de la fuerza-velocidad este problema no es tan agudo, puesto que en él es admisible una escala de los esfuerzos considerablemente más amplia, lo que hace bastante eficaces los medios tradicionales de preparación de fuerza. Sin embargo, al desarrollar la fuerza-resistencia de los músculos las ventajas de los simuladores con resistencias variables son evidentes, puesto que permiten asegurar un trabajo en toda la amplitud en un régimen estrictamente dado de suministro energético: el anaeróbico alactácido, anaeróbico lactácido, mixto aeróbico-anae-

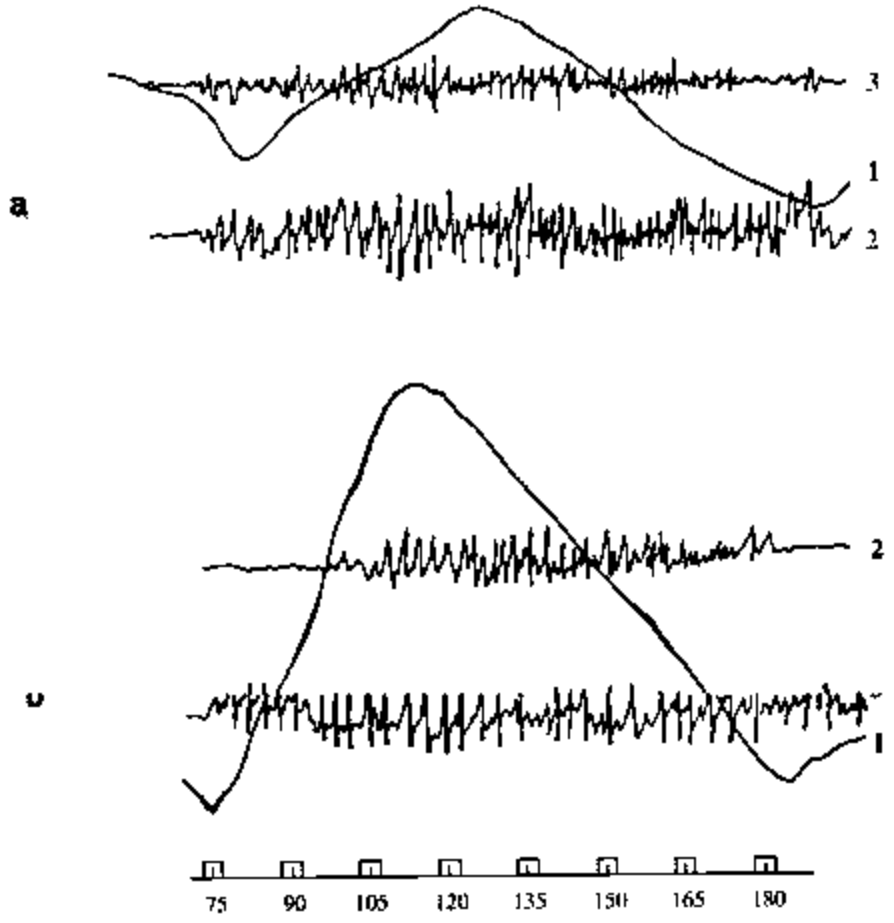


Ilustr.84. *Dinamograma de los esfuerzos (1) y actividad eléctrica muscular del bíceps (2) y del músculo del hombro (3) durante la flexión del brazo. (a: persona sedentaria, b: nadador de alto nivel).*

róbico o aeróbico. Las fluctuaciones sustanciales de los índices de fuerza respecto al nivel máximo en las distintas fases del movimiento, lo que se expresa con el empleo de las resistencias tradicionales (por ejemplo, las máquinas selectorizadas), aminoran la eficacia del entrenamiento ya que en cada movimiento cambia permanentemente el énfasis de uno a otro régimen de sustentación energética debido al cambio del nivel de intensidad. Ello no permite asegurar un nivel permanente de actividad del sistema de sustentación energética para cumplir una tarea concreta estrecha.

En el análisis de los datos obtenidos llama la atención el hecho de que, entre los factores más importantes que predeterminan el carácter de la dependencia del nivel de fuerza respecto a la magnitud del ángulo de las articulaciones en los ejercicios analizados, junto con los determinantes anatómico-morfológicos, es la semejanza biomecánica de la estructura del ejercicio competitivo con los movimientos característicos para uno u otro ejercicio. En este caso se observa, no sólo una alta reproducción de los resultados en la serie de intentos consecutivos, sino también las propias zonas de fuerza máxima de aquella parte del ejercicio competitivo que exige del deportista un nivel especialmente alto de fuerza. En individuos sedentarios o que no se especializan en modalidades con estructuras de coordinación compleja de los movimientos y una gran diversidad de los mismos tal dependencia no se observa.

El estudio de las curvas individuales de la dinámica de la fuerza testimonian una dispersión bastante amplia de los valores individuales respecto a la curva integrada. En quienes no practican deportes las fluctuaciones individuales están expresadas en menor grado que en los deportistas calificados. La especificidad de la modalidad deportiva no sólo predetermina los índices máximos de la fuerza desarrollada, sino también la dinámica de



Ilustr.85. *Dinamograma de los esfuerzos (1) y AEM de las cabezas lateral (2) y medial (3) del triceps durante la extensión del brazo. (a: persona sedentaria, b: gimnasia de alto nivel).*

la curva en cada ejercicio concreto. Además, la especificidad se manifiesta en mayor medida al ejecutarse aquellos ejercicios en cuya ejecución toman parte los músculos que no llevan la carga principal en el entrenamiento especializado y la actividad de competiciones.

El nivel de las fluctuaciones individuales de la fuerza respecto a la curva integrada en determinadas fases del movimiento puede alcanzar un 20-25%, lo que es muy sustancial para la práctica, puesto que diferencias tan grandes reflejan la imposibilidad de crear simuladores unificados útiles para todos los deportistas. De tal modo, surge el problema no sólo de crear simuladores especiales o medios de transformar los simuladores en otros aptos para cada ejercicio concreto teniendo en cuenta la forma de la curva integrada y también de la adaptación de estos entrenadores a las peculiaridades de cada deportista concreto.

Todo ello predetermina la necesidad de seguir perfeccionando los diseños de las poleas excéntricas para lograr una carga límite o cuasilímite sobre los músculos en toda la amplitud del movimiento al ejecutarse cada ejercicio concreto. Estudios en simuladores de distintas firmas han demostrado que tan sólo un 40-50% de los diseños de poleas aseguran una correspondencia satisfactoria de la curva de esfuerzos con la curva integrada obtenida al estudiarse las posibilidades de fuerza de grandes grupos sujetos a experimentación. En este sentido se puede considerar satisfactoria una desviación de la curva modelo que no supere el 5-10% en la distintas fases del movimiento, lo que permite hablar de una alta eficacia de los esfuerzos con relación al desarrollo de la fuerza máxima. Respecto a ciertos diseños de las máquinas y a algunas fases de los movimientos, las desviaciones alcanzan un 20-35% de las curvas modelos, lo que reduce en forma sustancial la eficacia del entrenamiento.

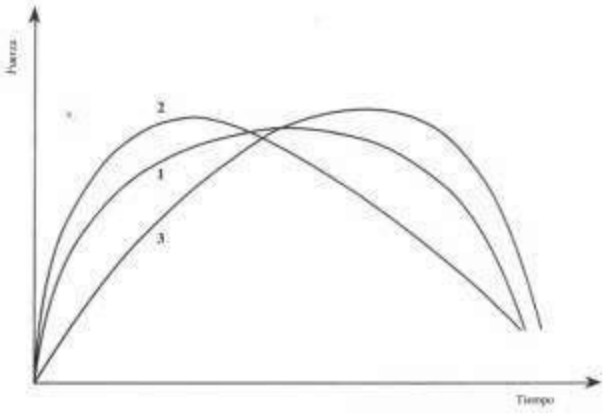
Una gran reserva en el perfeccionamiento de los simuladores debe ser también la variabilidad de las poleas, lo que permitiría aunar la dinámica de los esfuerzos impuesta por el simulador con la

curva individual de cada deportista. Existen todas las razones para hablar de que las peculiaridades individuales del deportista, predeterminada por la especificidad de la modalidad deportiva, las capacidades morfológicas de los músculos y las articulaciones, los datos antropométricos influyen sustancialmente en la curva individual de fuerza al ejecutarse el ejercicio concreto. Por ejemplo, al extender las rodillas, los halterófilos tienen una actividad de los músculos mucho más grande al principio del movimiento que los nadadores o las personas que no practiquen deporte. Al extender el antebrazo los nadadores revelan altos índices de fuerza al final de la amplitud, lo que refleja la especificidad de la manifestación de fuerza al ejecutarse los movimientos de paleteo. El alto nivel de manifestación de fuerza va acompañado de una actividad EMG elevada de los músculos. Para los lanzadores de martillo y jabalina la capacidad para alcanzar con rapidez el pico de la fuerza en ejercicios como el movimiento de hombro en posición sentado, levantamiento de pesas en posición acostada, movimiento de fuerza, arriba-adelante-abajo desde la cabeza (pull over) es grande.

La curva de manifestación de fuerza al ejecutarse distintos ejercicios depende también de la capacidad del deportista para hacer una considerable distensión previa de los músculos. Los músculos bien distendidos previamente son capaces de una rápida movilización, lo que se expresa tanto en la dinámica de desarrollo de la fuerza, como también en el nivel de actividad (EMG). En este caso, el carácter de la curva de desarrollo de la fuerza es un elemento prioritario: el rápido logro de altos índices, su conservación durante un lapso determinado con la ulterior reducción gradual.

Curvas análogas también se registran en las personas cuya composición de fibras musculares está ligada con la existencia de una cantidad elevada de fibras FTa y FTb. El aumento de la cantidad de fibras que disminuyen con rapidez en la sección diametral de los músculos al 60% ya lleva al subsiguiente cambio de la curva de esfuerzos en el sentido de un logro más rápido de los índices límites. La existencia de una gran cantidad de fibras ST, por el contrario, hace más lento el proceso de activar los músculos; la curva de desarrollo reviste un carácter suave. Sin embargo, las personas con una elevada cantidad de fibras ST con frecuencia son capaces de demostrar altos índices de fuerza al final de la amplitud del movimiento.

Partiendo de consideraciones prácticas no es tan importante determinar cuáles son las causas que determinan una u otra variante de la curva individual de fuerza. Hay que asegurar a los deportistas la posibilidad de utilizar, en el proceso de preparación de fuerza, aquellas resistencias a la fatiga que respondan a sus peculiaridades individuales. Entre tanto, se podrían destacar tres variantes típicas de desarrollo de la fuerza al ejecutar la mayoría de los ejercicios: (a) normal, que refleja las características de la curva integrada para el conjunto general de deportistas, sin tomar en cuenta sus peculiaridades individuales; (b) preferencial, que se caracteriza por el desarrollo acelerado de los índices máximos de fuerza; (c) retardado, es decir, que se caracteriza por un desarrollo lento de los índices máximos de fuerza. En forma de esquemas estas curvas están representadas en la ilustración 86.

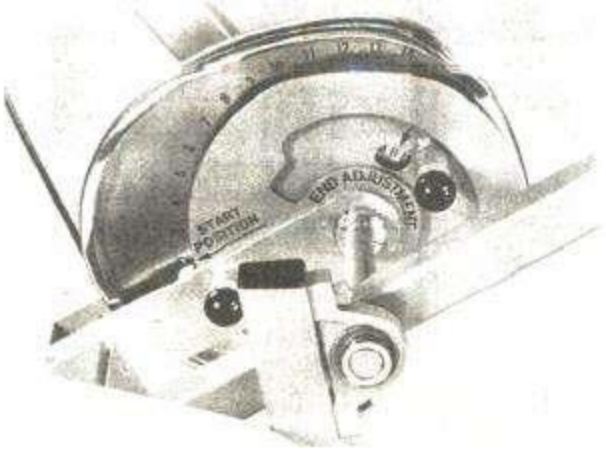


Ilustr.86. *Variantes tipo del desarrollo de la fuerza (esquema). 1: normal, 2: acelerado, 3: retardado.*

Los datos obtenidos sobre las peculiaridades tipológicas e individuales de la dinámica de la dependencia de la magnitud de la fuerza isométrica máxima respecto al ángulo de la articulación al ejecutarse los ejercicios que se diferencian por la estructura biomecánica, la cantidad y las peculiaridades morfológicas de los músculos que participan en el movimiento, pueden ser examinados, ante todo, como premisas metodológicas para optimizar los programas de preparación especial de fuerza con el uso de distintos medios técnicos y simuladores. Es evidente que la condición decisiva al elaborarse los programas de preparación individual debe ser el test previo con el fin de determinar la curva individual de desarrollo de la fuerza del deportista concreto y la selección, sobre esta base, de los ejercicios, máquinas u otros medios de preparación de fuerza.

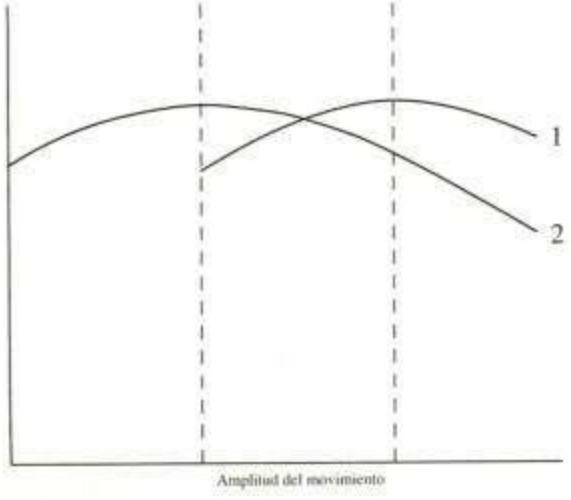
En este sentido nos parecen prometedores los

esfuerzos de los distintos simuladores que se producen para crear sistemas de regulación de la dinámica de la curva de desarrollo de los esfuerzos dirigidos a lograr su correspondencia con las peculiaridades individuales de los deportistas. Por ejemplo, la firma Cybex montó un nuevo mecanismo en poleas excéntricas de simuladores (ilustr. 87).



Ilustr.87. *Regulador manual de la amplitud de movimiento instalado en las poleas excéntricas por la marca «Cybex».*

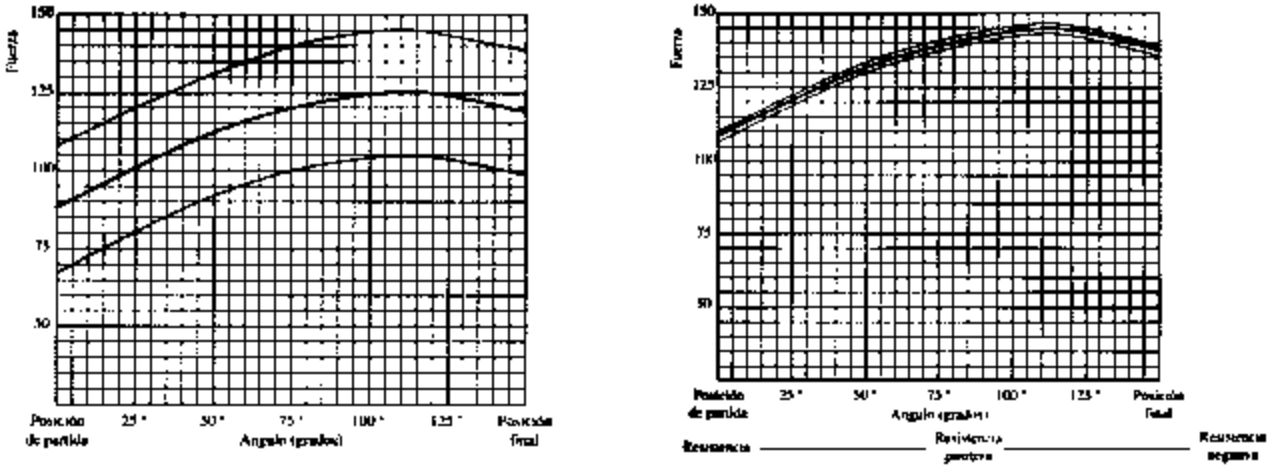
Este mecanismo asegura el cambio de la amplitud del movimiento conservándose la dinámica de la curva de resistencia (ilustr.88). El empleo de un limitador simple permite variar la amplitud de los movimientos con un intervalo de 10°.



Ilustr.88. *Cambio de perfil de la resistencia en una máquina «Cybex» con utilización de regulador manual de la amplitud de movimiento (1) respecto a la resistencia curva programada por la construcción de una polea excéntrica (2).*

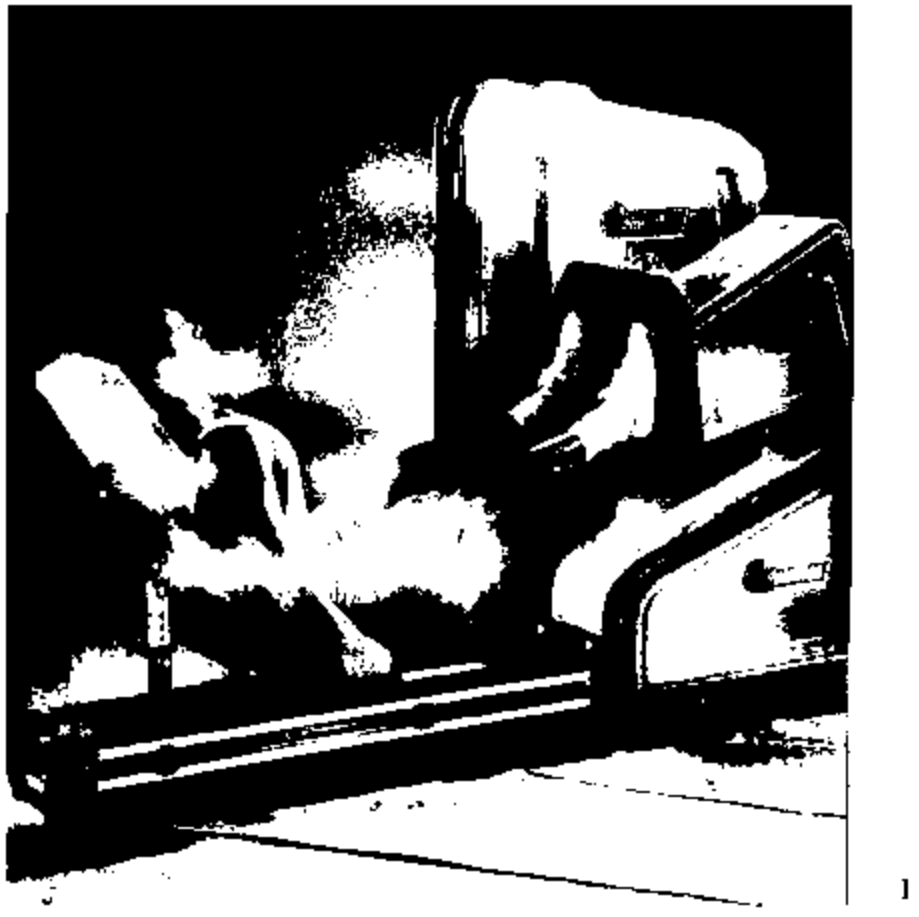
Un importante camino para el perfeccionamiento del diseño de los simuladores es la búsqueda de vías para reducir la resistencia por rozamiento. Por ejemplo, las firmas Nautilus, Sport World y David usan cojinetes de ruedas y lubricantes eficaces en lugar de los casquillos de acero o bronce, lo cual permitió reducir en forma notable la resistencia, lograr un funcionamiento suave de los mecanismos de los simuladores. Ello es extremadamente importante para elevar la eficiencia de la parte del movimiento excéntrico en retroceso. Por ejemplo, el uso de simuladores provistos de casquillo, durante la fase de trabajo superadora conduce a un aumento sustancial de la resistencia positiva (ilustr.89), la cual en el ejemplo citado está compuesta de la resistencia elegida (125 libras) más la resistencia de fricción (20 libras), lo que sumado da 145 libras. Sin embargo, la resistencia negativa (trabajo excéntrico) es igual a la resistencia elegida menos la resistencia de fricción, dando de tal modo una carga total de 105 libras. La diferencia de 40 libras obliga al deportista a hacer un esfuerzo excéntrico con una resistencia que constituye cerca del 70% del nivel máximo de fuerza concéntrica. Pero tal resistencia en el trabajo excéntrico hace que el entrenamiento sea prácticamente inútil, pues ha sido demostrado convincentemente que el entrenamiento con régimen de retroceso (excéntrico) es eficaz sólo cuando la resistencia fluctúa en una escala de 100-130% del nivel máximo en el trabajo concéntrico. El uso de cojinetes de alta calidad posibilita lograr resistencias prácticamente iguales tanto durante la fase del movimiento concéntrico, como de la del excéntrico (ilustr.89).

El uso de cojinetes de rueda y lubricantes especiales con el fin de reducir la resistencia de fricción tiene gran significado también para todas las máquinas selectorizadas, puesto que contribuye a elevar la eficacia de la fase excéntrica del movimiento. Cabe decir que las máquinas con resistencia variable, a pesar de su complejidad y alto costo, cada año cobran creciente difusión en la práctica deportiva, especialmente, en el desarrollo de la fuerza máxima. El juego de simuladores que fabrica cada una de la firmas más conocidas (Nautilus, David, Cybex, Sports World, Sportesse, Salter, Peter's Gym) está compuesto de unas 20-30 máquinas eficientes para el desarrollo de la fuerza de distintos grupos musculares. La mayoría de los simuladores hechos por las diversas firmas surten un efecto idéntico en los deportistas. Pero cada una de ellas construye también simuladores originales que no son ofertados por otras firmas. A continuación presentamos los simuladores principales recomendados por las distintas firmas.

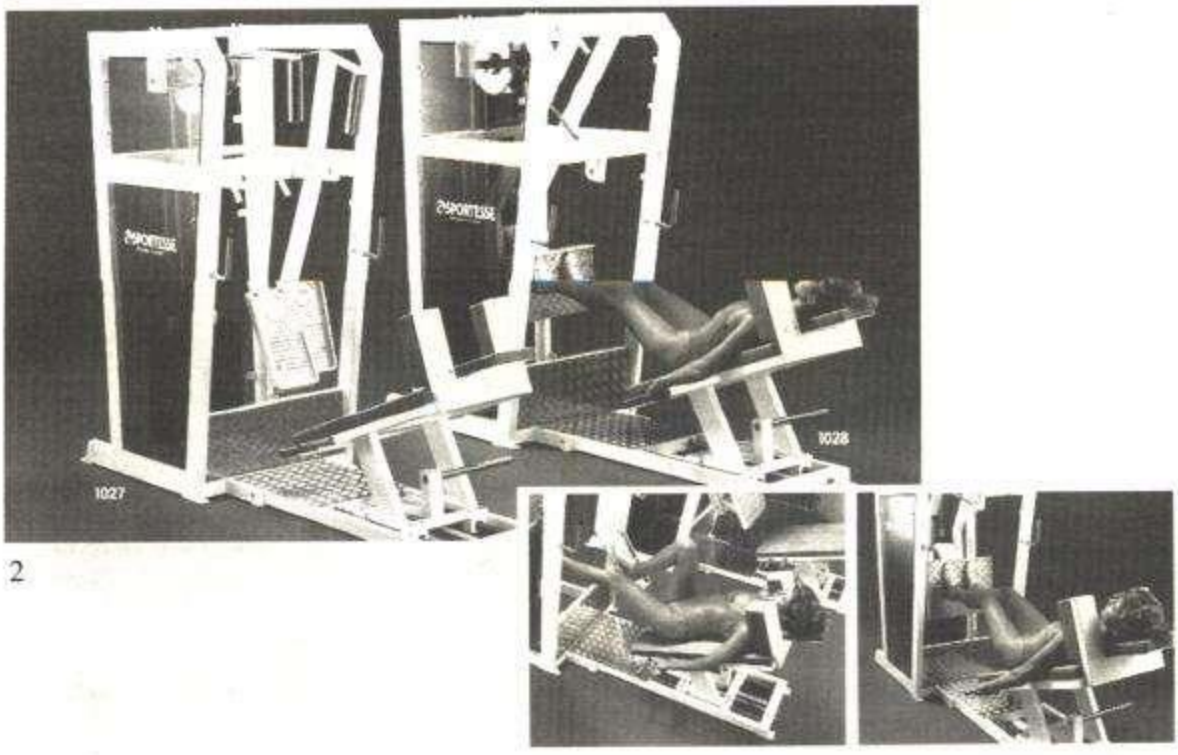


Ilustr.89. *Cambio de la resistencia en una máquina de la marca «Cybex» que utiliza un regulador manual de la amplitud de movimiento.*

1. Máquinas de musculación para ejercitar las piernas utilizadas para desarrollar los músculos glúteo mayor, cuádriceps femoral, semimembranos, semitendinoso y bíceps femoral (ilustr.90).



Ilustr.90. *Máquinas para extensiones de piernas. 1: Nautilus. 2: Sportesse.*



2

Ilustr.90.

2. Máquinas para los músculos femorales de abducción (músculo glúteo mediano y menor, músculo piriforme, músculo obturador interno) aseguran la separación de los miembros inferiores. A medida que se separan las piernas experimenta resistencia la parte externa del muslo (ilustr. 91).

3. La máquina para los músculos adductores del muslo (músculos adductores acrestado, largo y corto, músculos adductores mayor y menor) se utiliza para desarrollar la parte interna del muslo que asegura el movimiento de las piernas (ilustr.92).

4. Máquinas para extender las piernas desarrollan los cuatro músculos principales del muslo, que garantizan el giro de la pierna alrededor de la articulación de la rodilla y la extensión de la misma (ilustr.93).

5. Máquinas para flexionar las piernas, fortalecen los músculos de la parte posterior del fémur: semimembranoso, semitendinoso y bíceps crural (ilustr.94).

6. Máquinas para extender las piernas en la articulación coxofemoral, fortalecen los músculos glúteos (ilustr.95).

7. Máquina para los músculos deltoides y trapecio (ilustr.96).

8. Máquina para realizar ejercicios de press militar, sirve para fortalecer los músculos deltoides, trapecio y tríceps (ilustr.97).

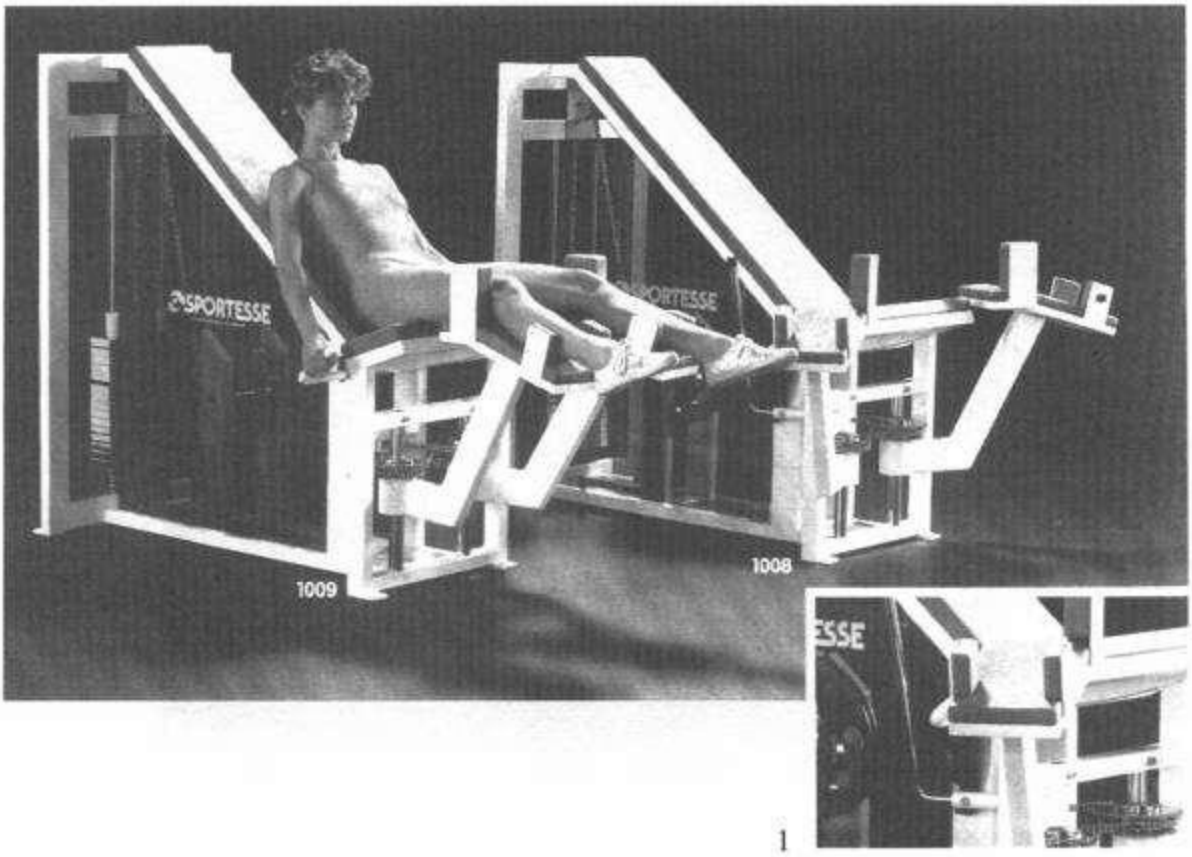
9. Máquinas para realizar ejercicios de fuerza hacia arriba y por detrás de la cabeza (pull over) fortalecen, los músculos deltoides y trapecio (ilustr.98).

10. En comparación con la máquina precedente, la supermáquina para realizar ejercicios de press tras nuca actúa de manera más amplia en el sistema muscular y garantiza el funcionamiento giratorio de los músculos dorsales, fundamentalmente del dorsal ancho: el mayor y más fuerte en la parte superior del cuerpo. Por otra parte, desarrolla el músculo redondo mayor del abdomen (ilustr.99).

11. Máquina para fortalecer los músculos de la parte posterior del cuello (dorsal ancho dorsal y redondo mayor). Fortalece el tríceps del hombro (ilustr.100).

12. Máquinas para fortalecer la parte superior de la espalda y el cinturón escapular. Fortalece los músculos bíceps y tríceps, dorsal ancho, los músculos del abdomen y pectoral mayor y menor (ilustr. 101).

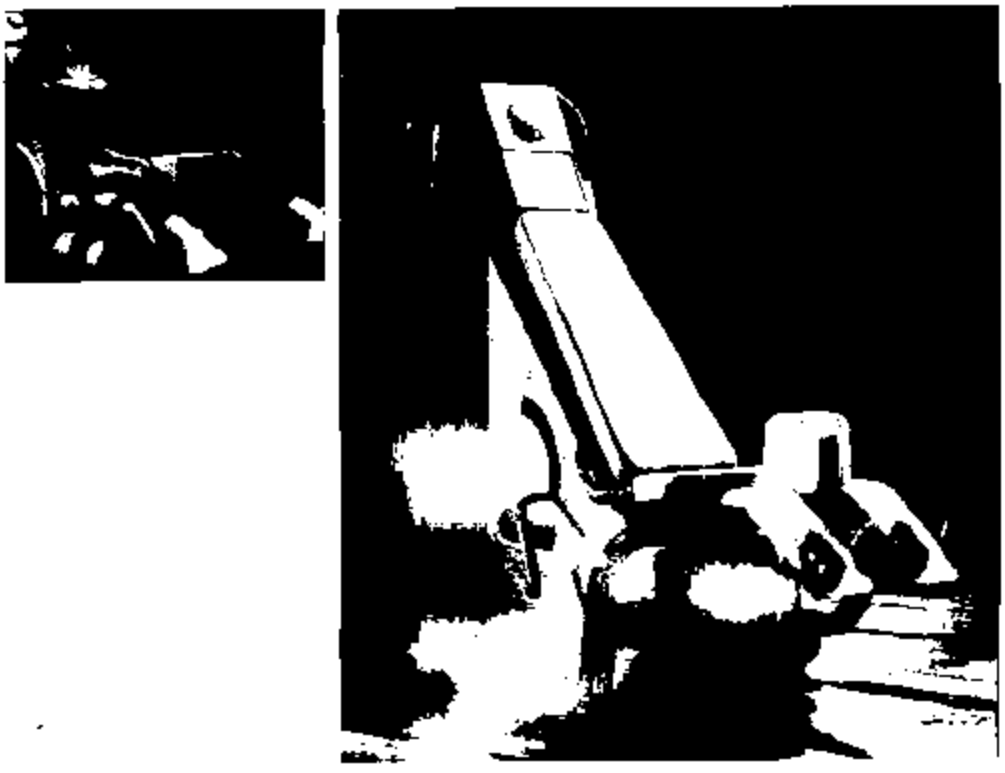
13. Máquinas para desarrollar los músculos pectorales. Fortalece los músculos pectoral mayor y



1

2

Ilustr.91. *Máquinas para los músculos abductores del muslo. 1: Sportesse, 2: Nautilus.*

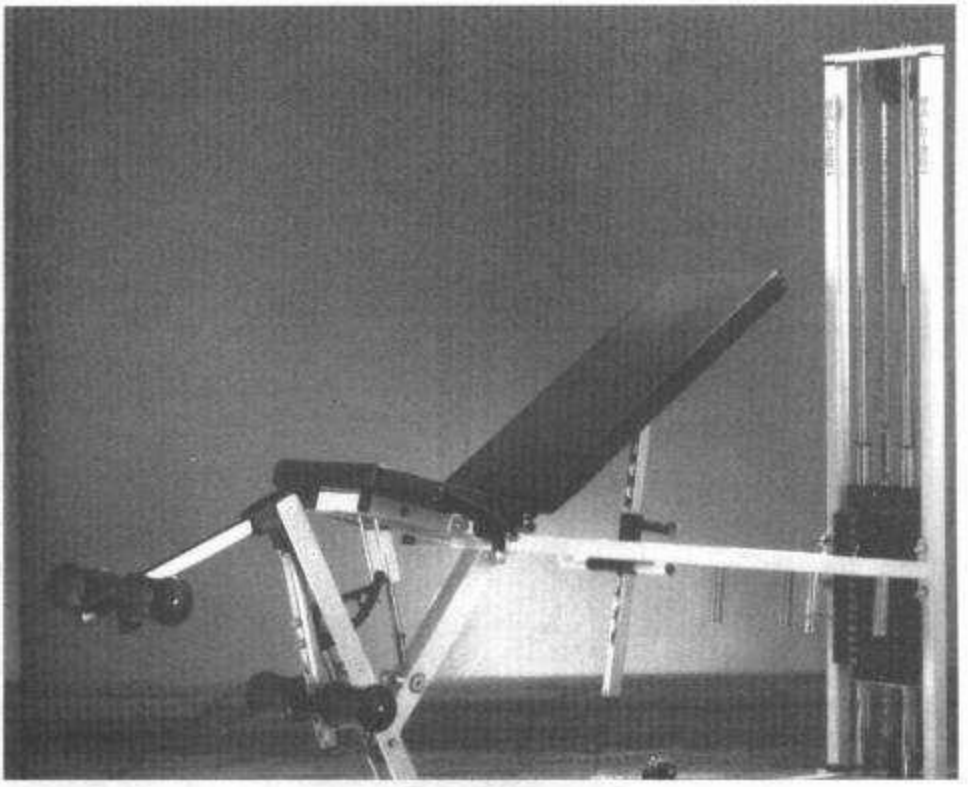


Ilustr.92. *Máquina para los músculos adductores del muslo (Nautilus).*

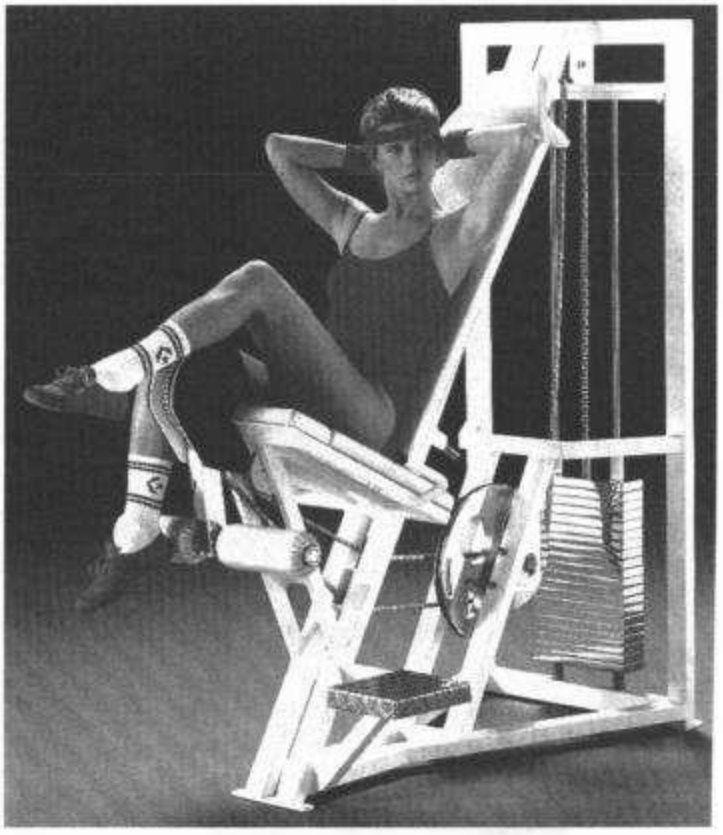
1

Ilustr.93. *Máquinas para la extensión de las piernas. 1: Nautilus. 2: Salter. 3: Sportesse*

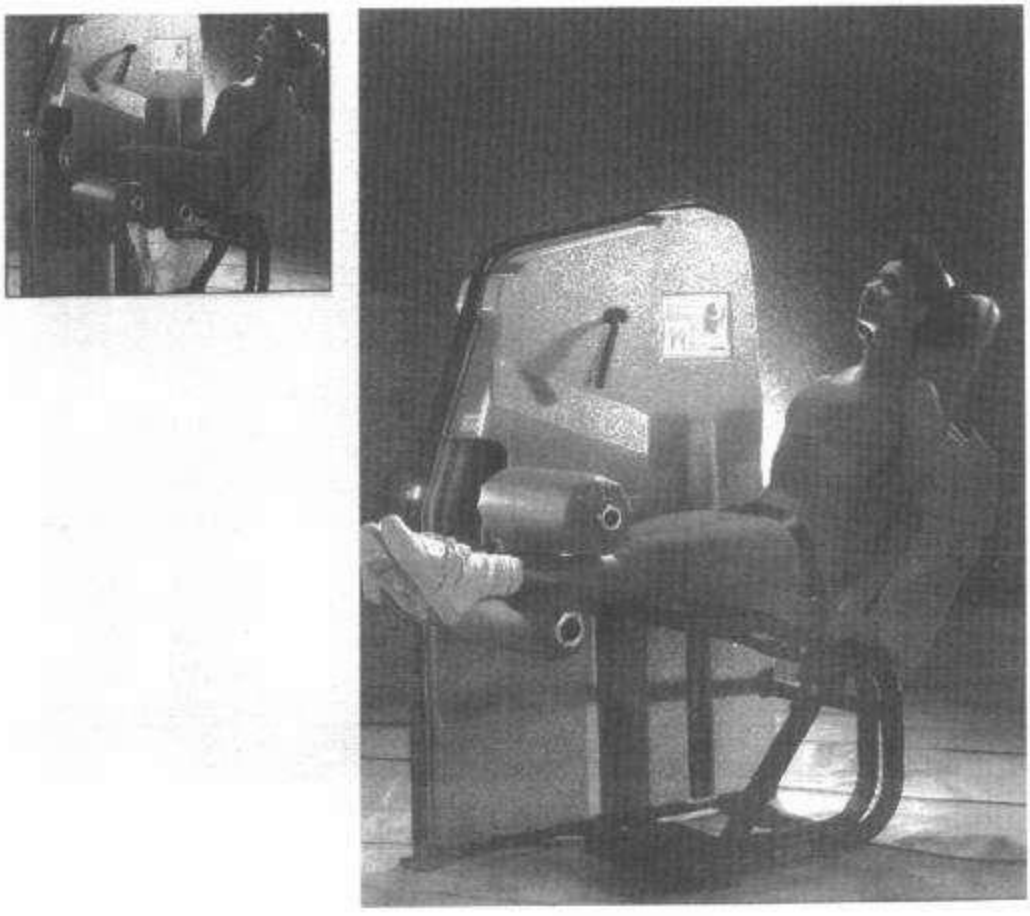
2



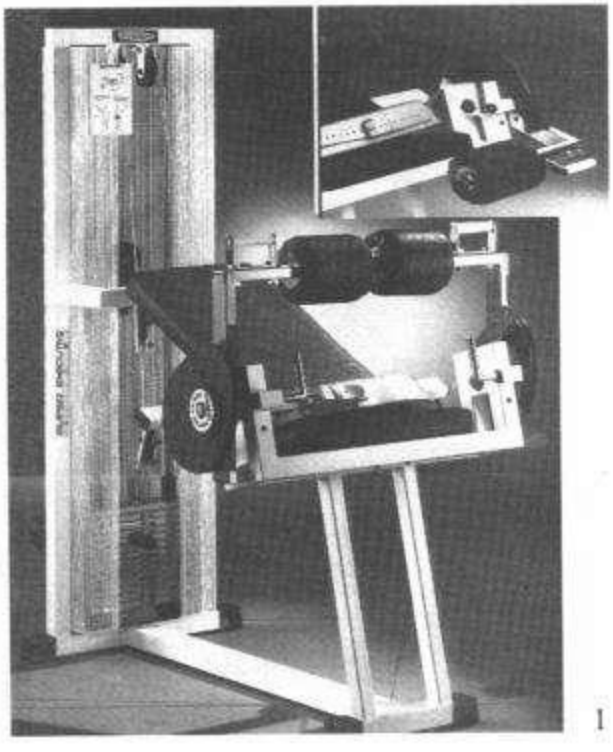
3



Ilustr.93.



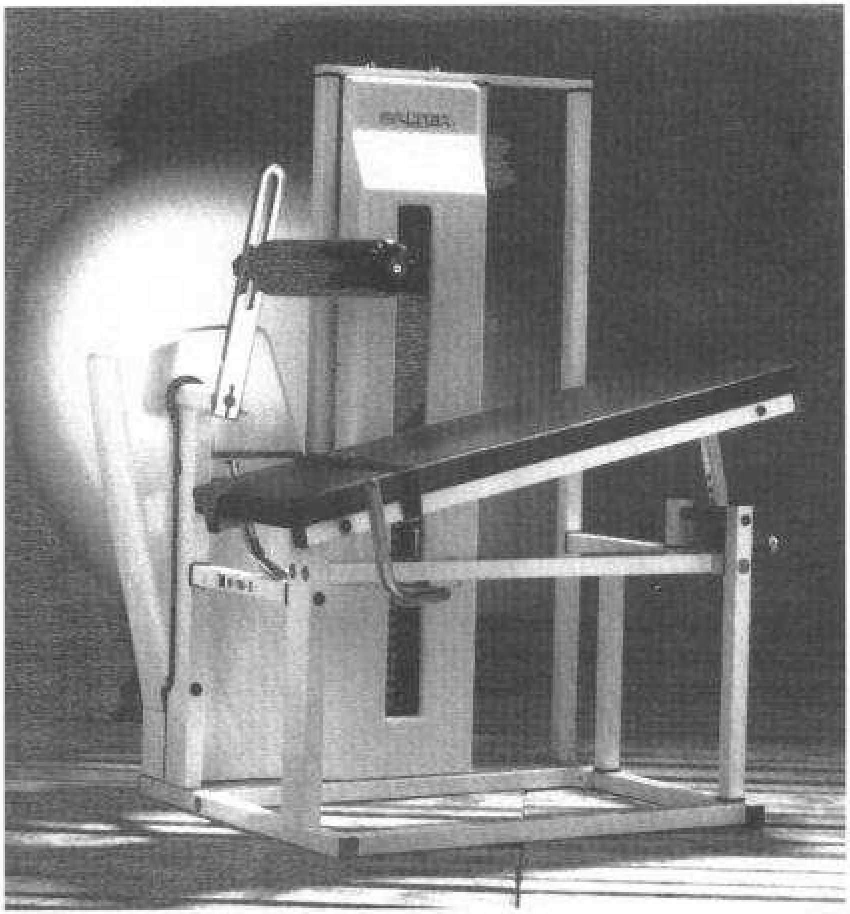
Ilustr.94. *Máquinas para la flexión de piernas. 1: Nautilus.*



1

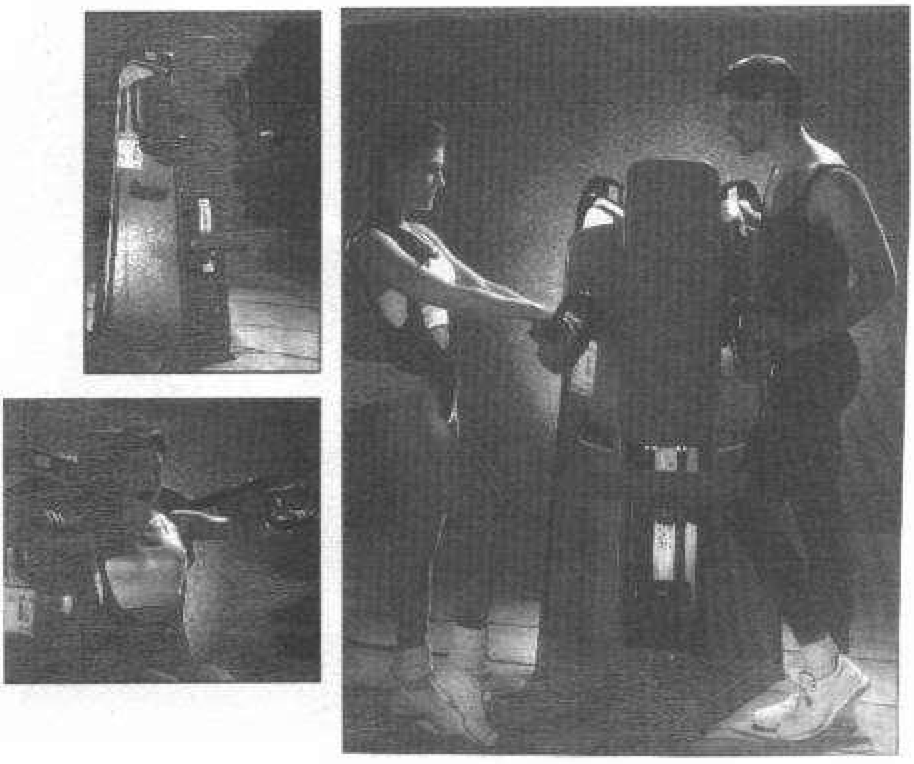
Ilustr.95. *Máquina para extender las piernas en la articulación coxofemoral. 1: Technogym, 2: Salter.*

331
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJAN
BIBLIOTECA

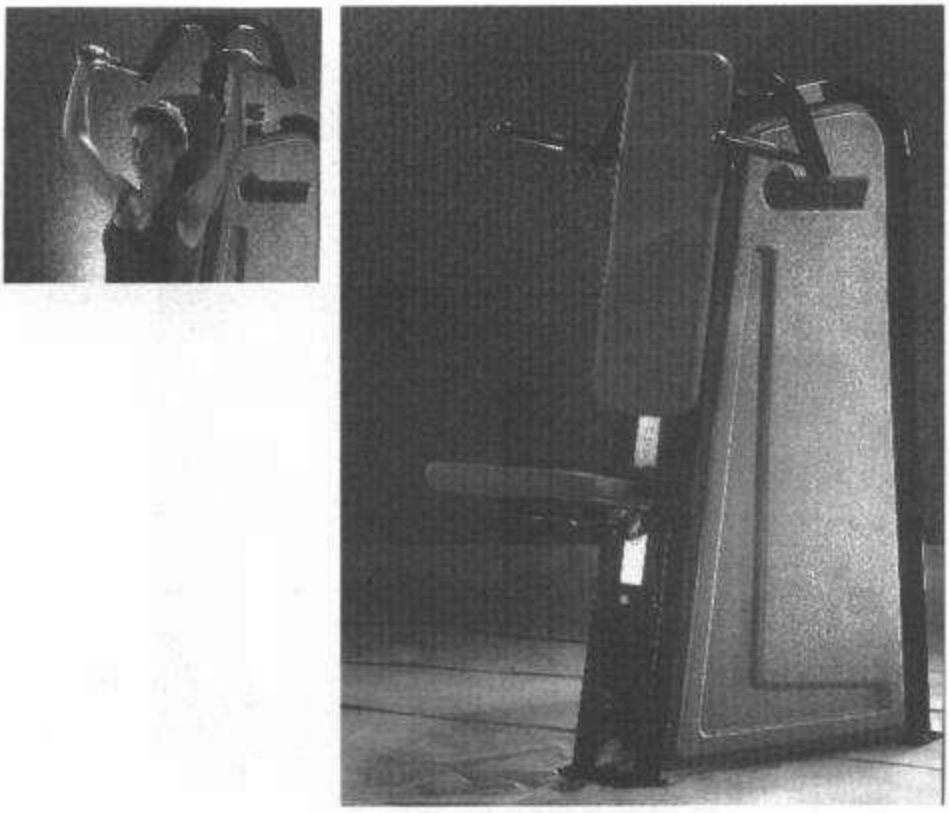


2

Ilustr.95.



Ilustr.96. Máquina para desarrollar el deltoides lateral.



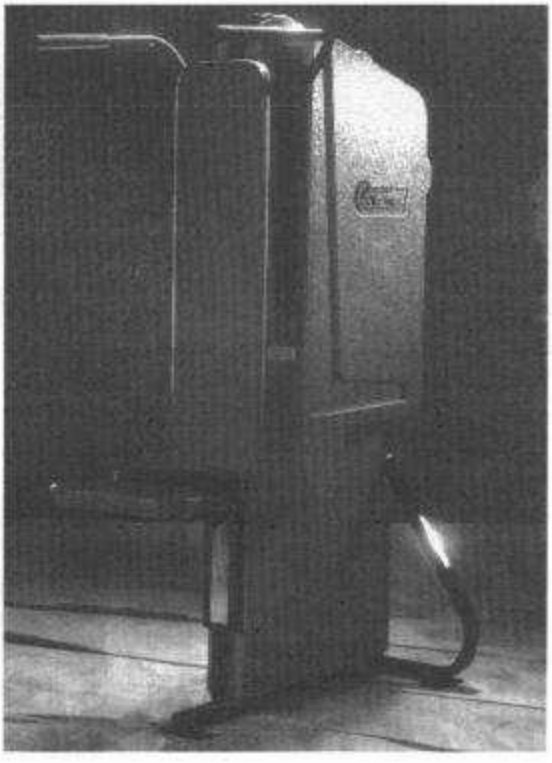
Ilustr.97 Máquina de hombros.

Ilustr.98. *Máquina para realizar el ejercicio de pull-over.*

Ilustr.99 Máquina para desarrollar los músculos dorsales.

Ilustr.100. *Máquina para desarrollar los músculos de la parte posterior del cuello.*

1



2

Ilustr.101. *Máquina para desarrollar las extremidades superiores y la parte superior de la espalda. 1: Sportesse, 2: Nautilus.*

menor, coracobraquial, deltoides y tríceps. El aparato permite realizar dos ejercicios: de fuerza con inclinación y cruce de los brazos. El movimiento de los brazos aísla el músculo pectoral mayor y crea resistencia en los codos. El pedal permite modificar la posición de cada empuñadura y situarlas delante del pecho para realizar ejercicios de fuerza en posición inclinada (ilustr.102).

Ilustr.102. *Máquina para desarrollar los pectorales.*

14. Máquina para desarrollar los músculos pectoral mayor y menor y el músculo deltoides. Las peculiaridades mecánicas del aparato permiten extender al máximo el músculo al comienzo del ejercicio, garantiza la amplitud completa del ejercicio y mejora las condiciones de la contracción de los músculos pectorales (ilustr.103).

15. Máquinas para realizar ejercicios de fuerza tumbado en un banco inclinado. Desarrolla el músculo tríceps, deltoides, pectoral mayor y menor y el coracobraquial (ilustr.104).

16. Máquina para fortalecer los músculos pectoral mayor y menor, deltoides, coracobraquial y bíceps, en posición estirada en un banco inclinado (ángulo 10°). Las empuñaduras autónomas del simulador garantizan una fuerte contracción de los músculos pectorales (ilustr.105).

17. Máquina para fortalecer los músculos pectoral mayor y menor, deltoides, coracobraquial y bíceps, posición estirada en un banco inclinado (ángulo: 50°) (ilustr.106).

18. Máquinas de múltiple acción para el bíceps. Garantizan el movimiento simultáneo y alterno de los brazos de manera que uno de ellos trabaja en régimen concéntrico y el otro en régimen excéntrico. Sus peculiaridades técnicas permiten mantener los brazos a distinta distancia el uno del otro, lo que varía la acción en el músculo (ilustr.107).

19. Máquina de múltiple acción para el tríceps. Funciona de manera análoga a las máquinas de musculación precedentes (ilustr.108).

20. Máquina para fortalecer los músculos del abdomen, en particular el recto anterior (ilustr.109).

21. Máquina para fortalecer la parte baja de la espalda (músculo extensor del tronco y cuadrado lumbar). El aparato permite aislar los músculos de la cintura sin la participación del músculo glúteo mayor (ilustr.110).

22. Máquina para fortalecer los músculos oblicuos interno y externo del abdomen (ilustr. 111).

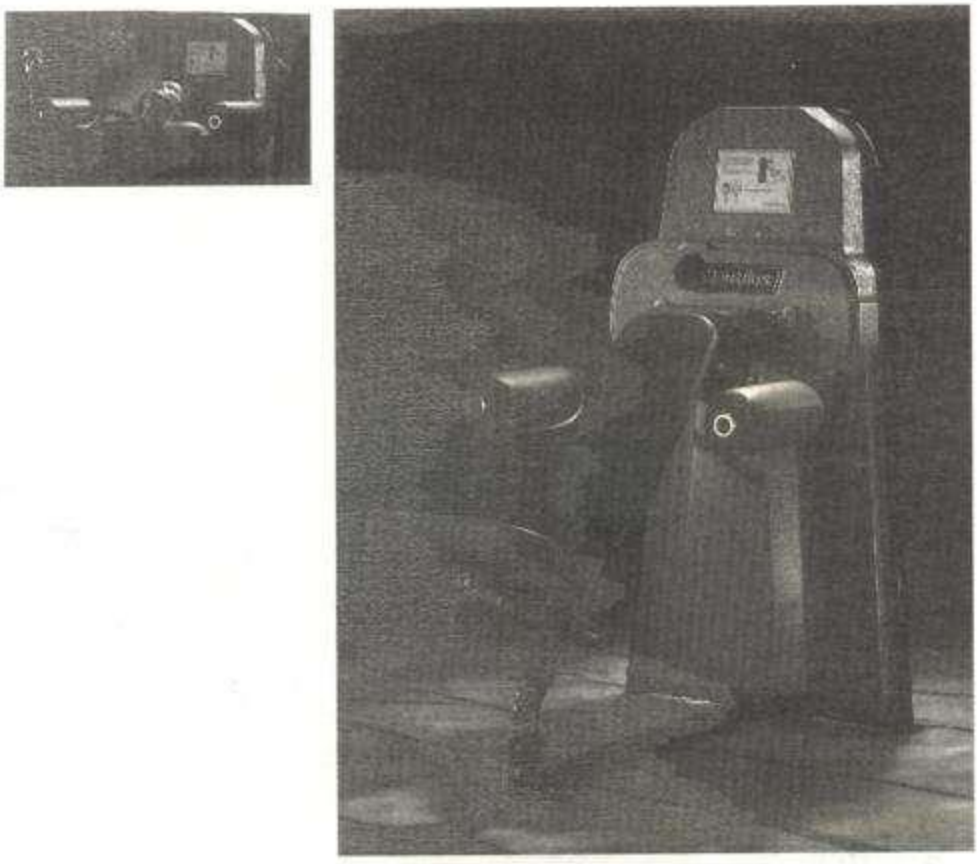
1

2

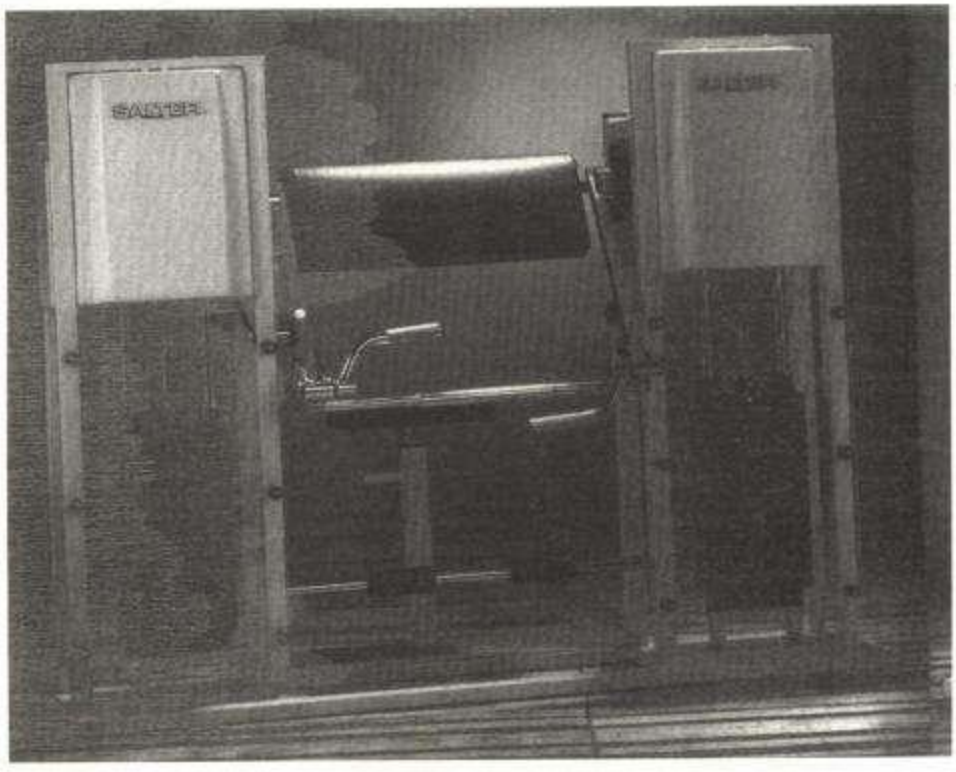
Ilustr.103. *Máquina para desarrollar los pectorales. 1: Sportesse, 2: Nautilus.*

Ilustr.104. *Máquinas para hacer flexiones en el banco inclinado. 1: Nautilus. 2: Sportesse.*

Ilustr.105. *Máquina para desarrollar los pectorales en posición horizontal sobre un banco inclinado (ángulo: 10-15°) (Nautilus).*



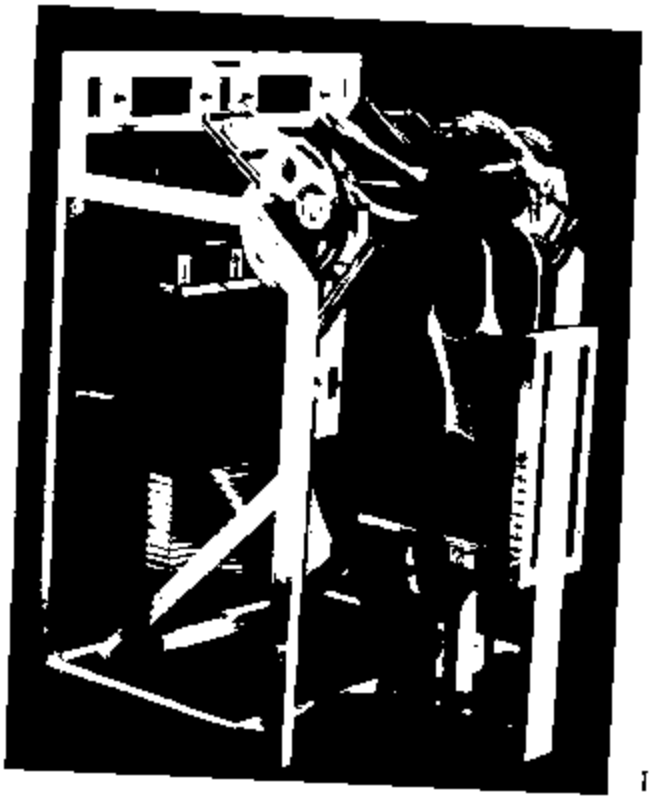
Ilustr.106. *Máquina para desarrollar los pectorales sobre un banco inclinado (ángulo: 50°).*



Ilustr.107. *Máquinas de acción diversa para el bíceps. 1: Salter, 2: Nautilus.*

2

llustr.107.

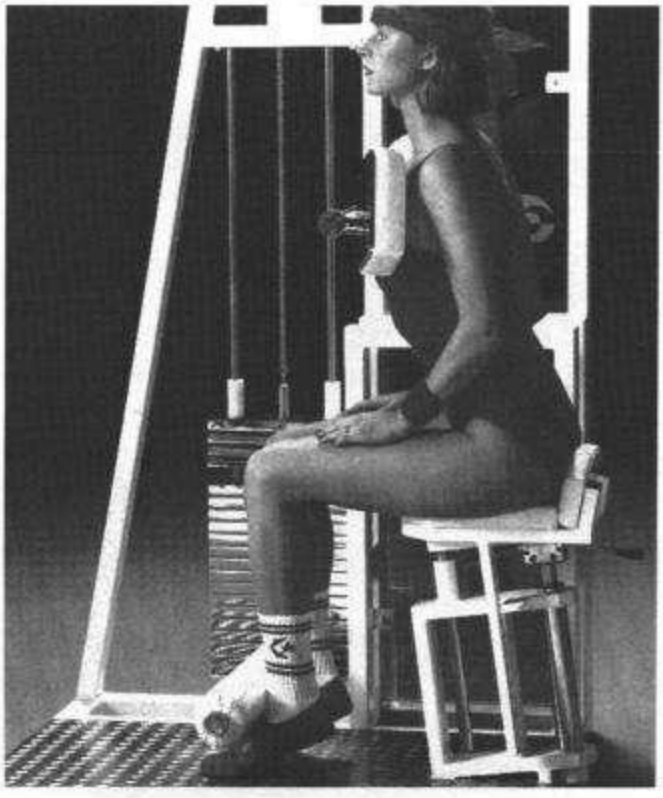


1

ltr.108. *Máquina de triple acción para el triceps. 1: Sportesse. 2: Nautilus.*

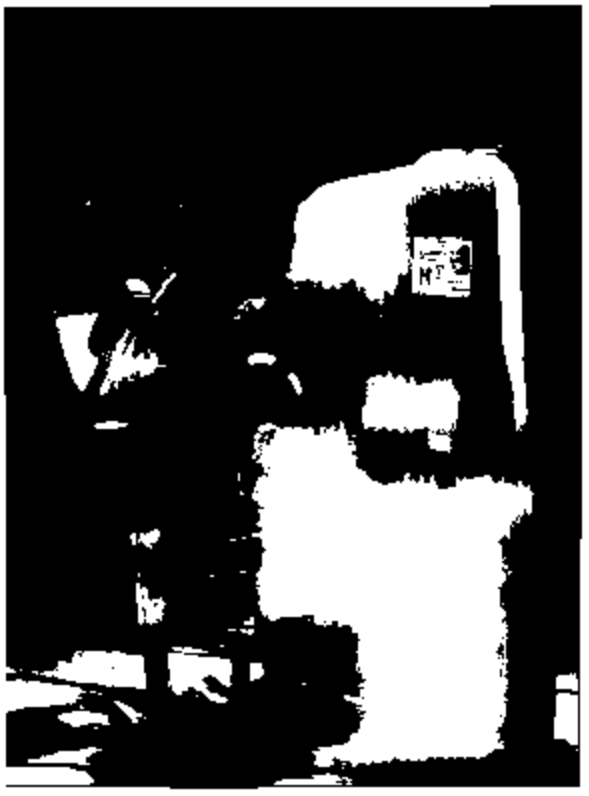
2

Iltr.108.



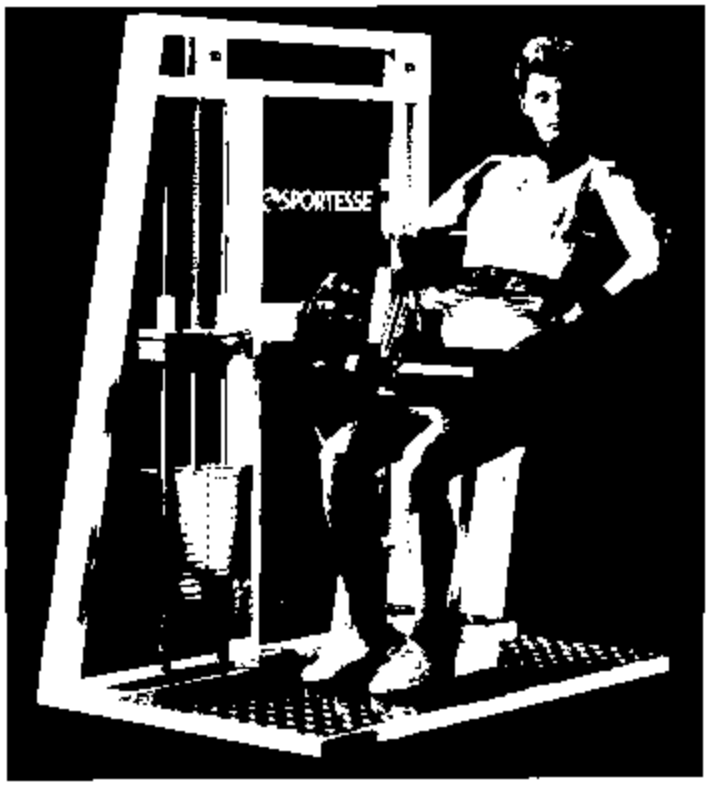
1

Ilustr.109. *Máquinas para desarrollar los abdominales. 1, Sportesse, 2: Nautilus.*



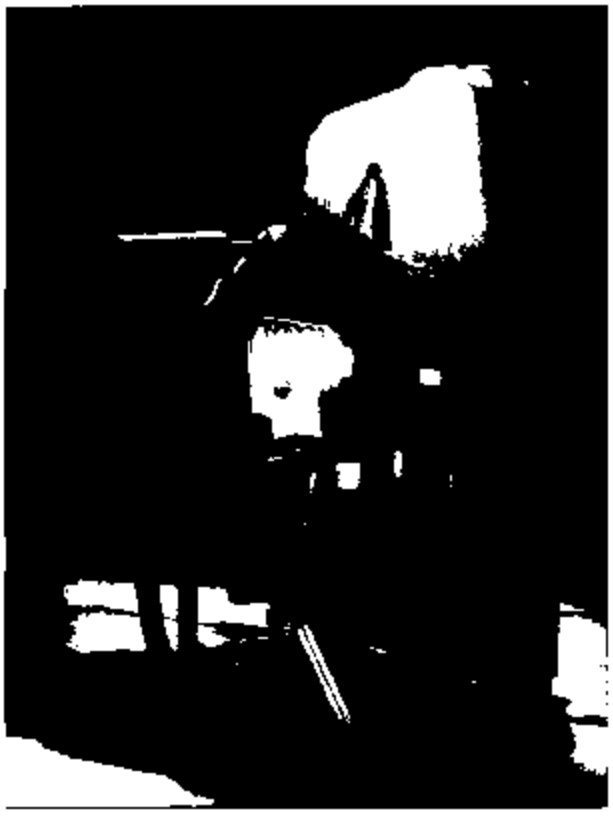
2

Ilustr.109.



1

Ilustr.110. *Máquina para desarrollar la parte inferior de la espalda. 1: Sportesse, 2: Nautilus.*



2

Ilustr.110.

Ilustr.111. *Máquina para los músculos internos del abdomen (Nautilus).*

23. Máquina para fortalecer los músculos del cuello (flexores de la superficie delantera y laterales del cuello, extensores de la parte trasera del cuello). Crea resistencia directa, alterna y giratoria a las funciones principales del cuello: flexión, extensión y movimientos giratorios hacia la derecha y la izquierda (ilustr.112).

Ilustr.112. *Máquina para desarrollar los músculos del cuello (Nautilus).*

24. Máquina para realizar ejercicios de fuerza en posición estirada en el banco. Fortalece los músculos tríceps, deltoides, pectoral mayor y menor y el músculo coracobraquial. Las empuñaduras largas permiten disponer las manos de manera cómoda y a distinta distancia (ilustr.113).

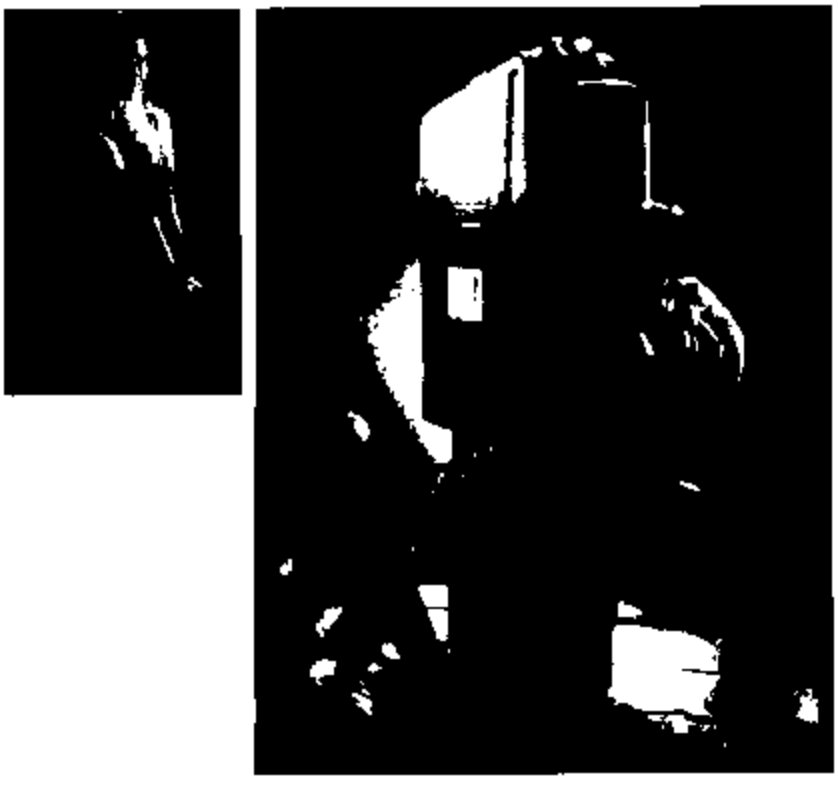
25. Máquina para realizar flexiones en posición sentada. Desarrolla los músculos tríceps, pectoral mayor y menor, el dorsal ancho, deltoides y coracobraquial. Tiene un asiento regulable, que permite modificar el grado de extensión en posición inicial (ilustr.114).

26. Máquina para hacer tracciones hacia el pecho. Está destinada a desarrollar los músculos de los hombros y la espalda: bíceps, tríceps, deltoides, trapecio, romboide, dorsal ancho y redondo mayor (ilustr.115).

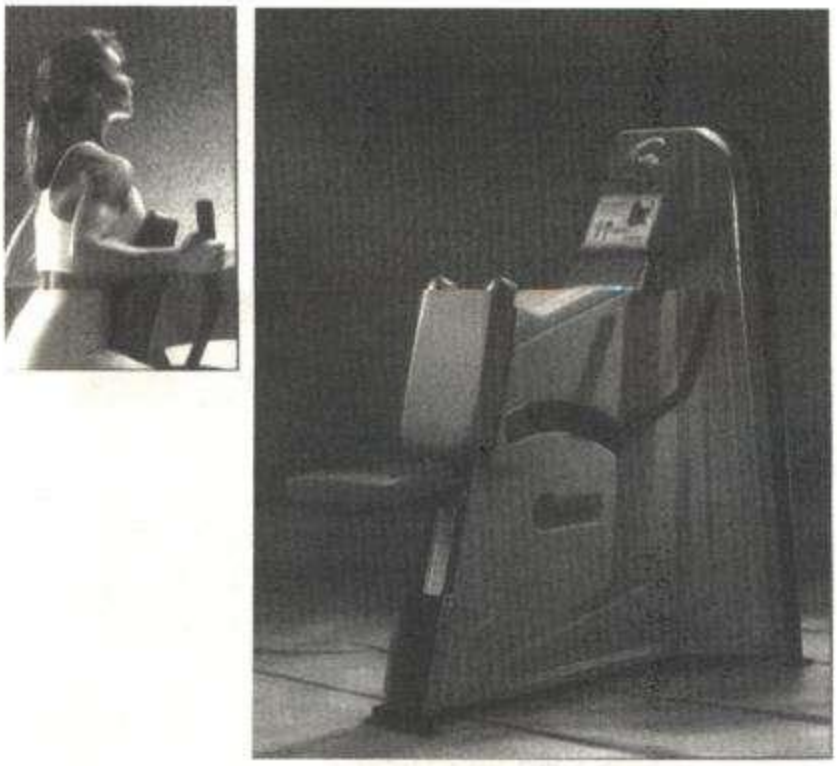
27. Máquina para flexionar y extender los pies en la articulación talocrural. Se utiliza para desarrollar los músculos de las pantorrillas (ilustr.116).

Las máquinas de resistencia variable que ofrecen estas firmas son complejas y caras y se basan en las mismas soluciones técnicas. Los simuladores de distintas firmas se distinguen por su aspecto exterior, calidad y comodidad de sus componentes. En este contexto representa interés el conjunto de simuladores de resistencia variable que fabrica la firma Shnell (ilustr.117). El diseño de estos aparatos es mucho más sencillo, vienen a ser un 30-40 por ciento más baratos y garantizan una resistencia permanente en todas las partes de la amplitud de los ejercicios de acuerdo con la fuerza de la persona que practica. La resistencia se regula cambiando la posición del brazo de resistencia, de manera que la mayor resistencia recaiga sobre la parte media de la amplitud del ejercicio. Un dispositivo especial sincronizado garantiza la carga óptima en los puntos extremos de la amplitud (ilustr.117). A pesar de que la carga en los simuladores de la marca Shnell se regula con menor eficacia que en los aparatos de la marca Nautilus, no dejan de ser eficaces para trabajar en régimen de cargas variables, sobre todo si se toma en cuenta que su diseño estipula una superficie muy

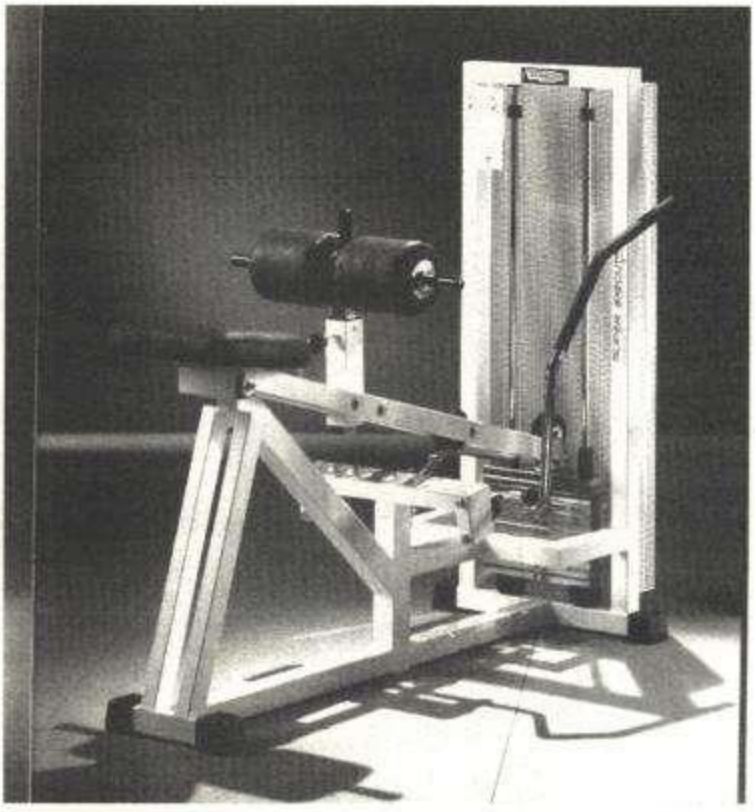
Ilustr.113. *Máquina para ejercicios de fuerza en posición estirada sobre un banco (Nautilus).*



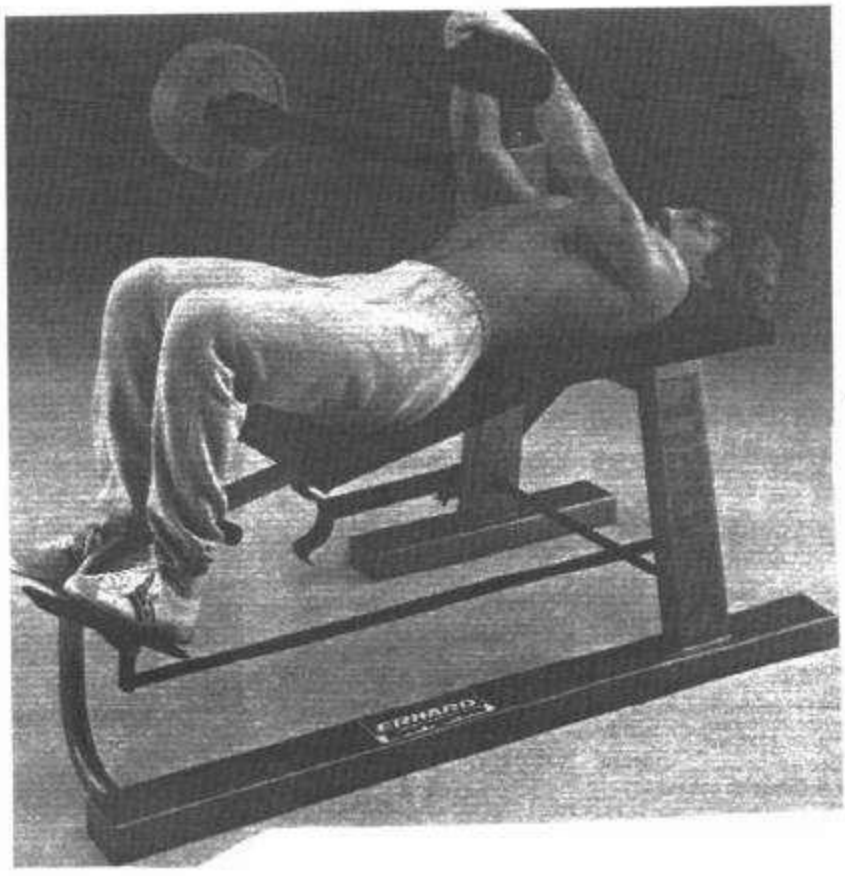
Ilustr.114. *Máquina para realizar flexiones desde la posición sentada (Nautilus).*



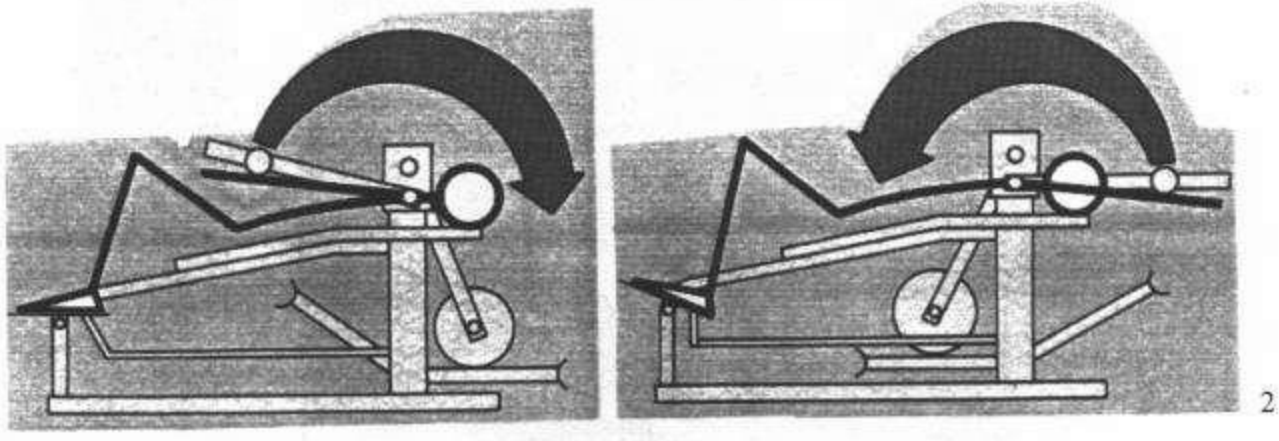
Ilustr.115. *Máquina para realizar tracciones hacia el pecho (Nautilus).*



Ilustr.116. Máquina para desarrollar el músculo sóleo.

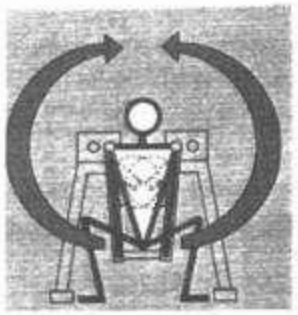


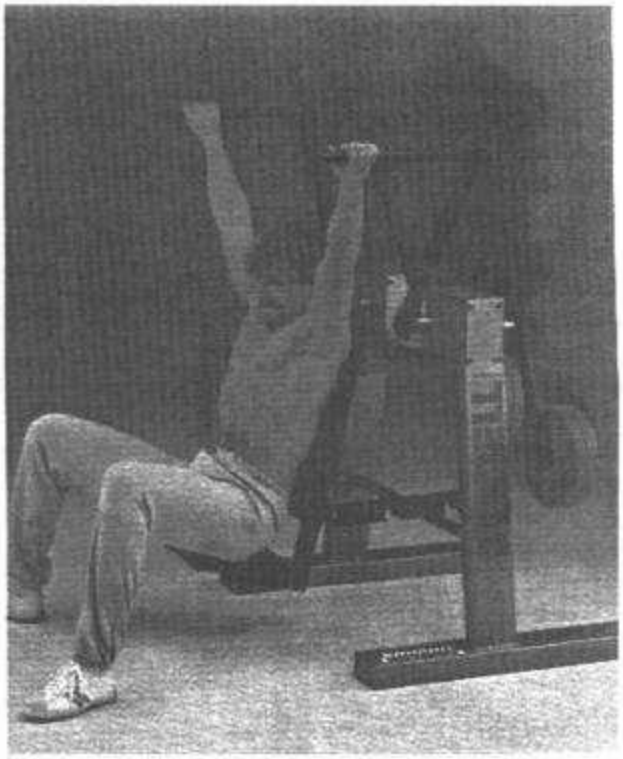
1

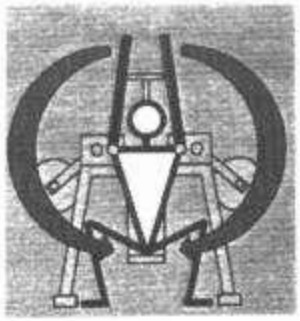


2

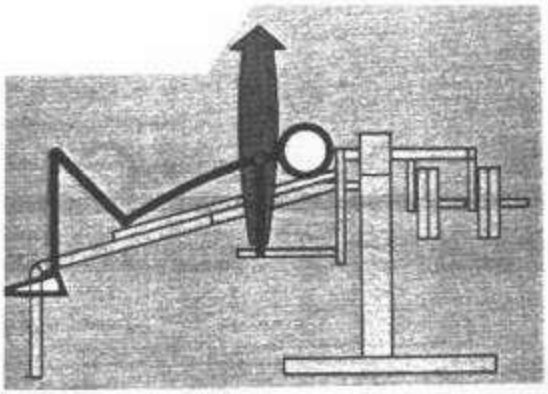
Ilustr.117. *Máquinas de resistencia variable de la firma Shnell. 1: para flexionar y estirar brazos en la articulación cubital; 2, 3, 4: para los ejercicios en la articulación cubital; 5: para flexionar y extender el tronco; 6: para flexionar y extender las piernas (en los esquemas se dan las direcciones de los movimientos; la anchura de las flechas refleja la dinámica de la resistencia).*

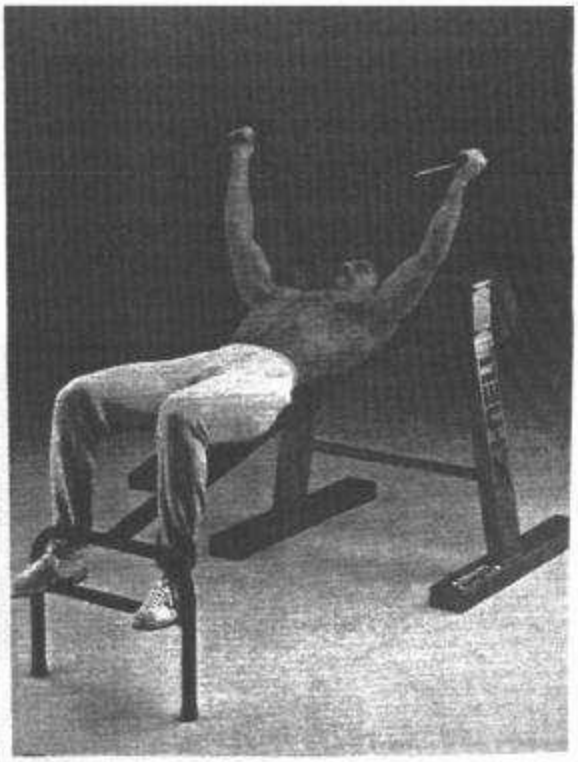




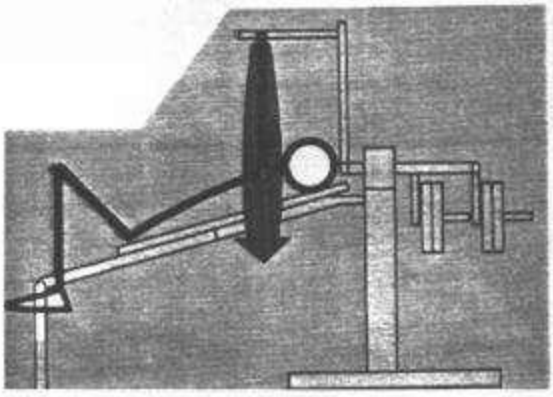


3

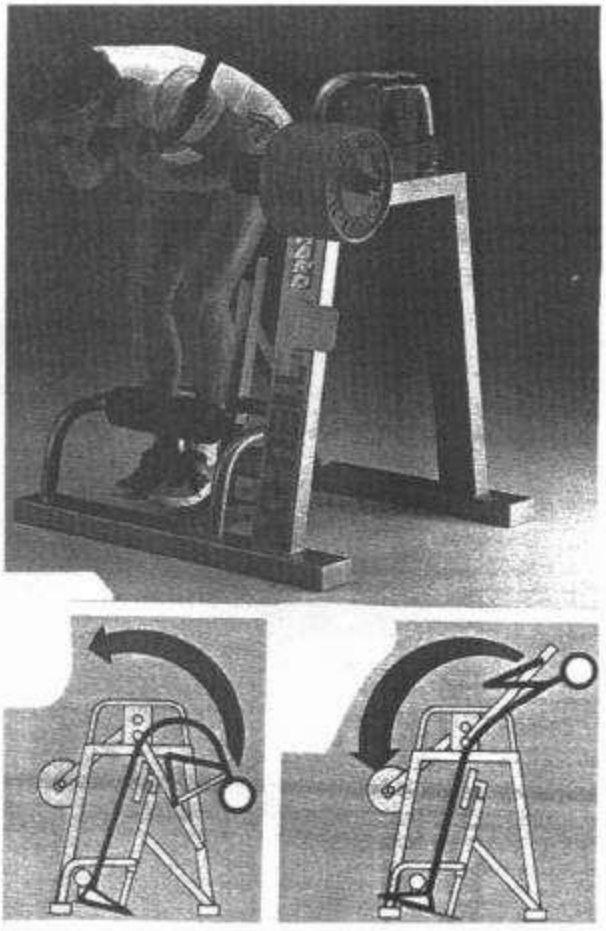




4



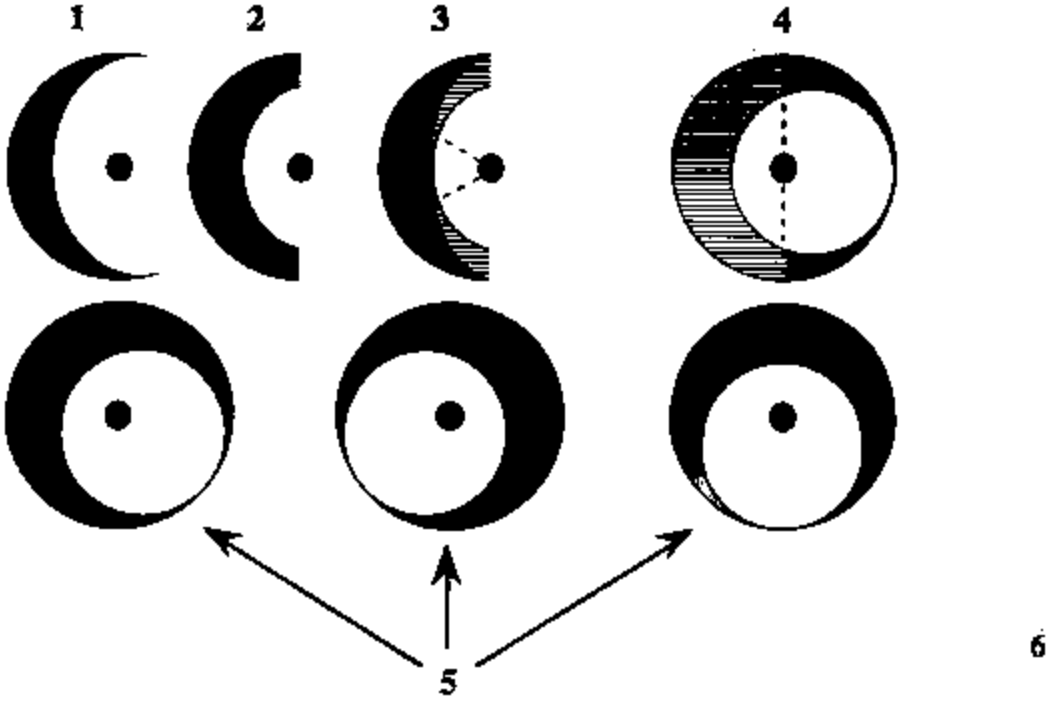
Ilustr.117.



5

6

Ilustr.117.



Ilustr.117.

reducida de fricción debido a la ausencia de cables y placas. Esto garantiza una resistencia prácticamente igual en régimen tanto concéntrico como excéntrico.

Esquema de la regulación de la resistencia según la fuerza de los practicantes:

1. cambio de la carga (en el ejemplo de la flexión de brazos),
2. dinámica del esfuerzo durante la flexión de los brazos.
3. zona de la mayor utilización de la carga.
4. coincidencia del peso y la dinámica de los esfuerzos durante la utilización del dispositivo sincronizador.
5. distintas variantes de resistencia según las peculiaridades biomecánicas de distintos ejercicios.

MÁQUINAS PARA LA PREPARACIÓN ESPECIAL DE FUERZA

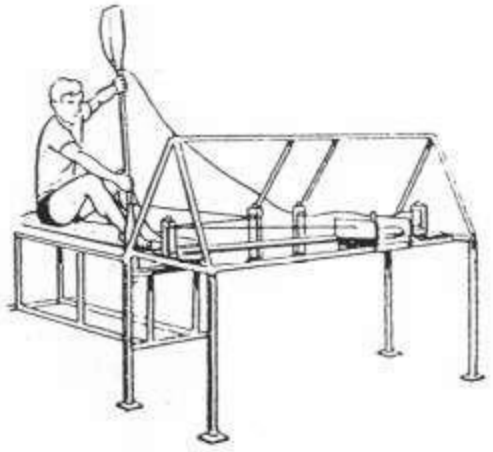
Las máquinas modernas que se utilizan en la preparación general de fuerza estipulan ejercicios, cuyas características de espacio están estrictamente determinadas. Ello garantiza el efecto más pleno en distintos grupos musculares, fijan la atención del deportista en la calidad de los ejercicios. Además, los simuladores se diseñan de manera que disminuyan el traumatismo durante los ejercicios. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la aspiración a reducir el proceso de la preparación de la fuerza exclusivamente a la utilización de los simuladores es irracional debido a que se altera la correlación entre la fuerza y la capacidad de conservar el equilibrio, lo que repercute negativamente en la capacidad de realizar las propiedades de fuerza durante los ejercicios que caracterizan cada modalidad deportiva concreta. Esto se refiere especialmente a las modalidades deportivas en que se deben realizar simultáneamente los máximos índices de fuerza, las capacidades de velocidad y coordinación (distintas formas de lucha, lanzamiento de peso, martillo, halterofilia, etc.).

En este contexto surge el problema de adquirir el nivel básico de fuerza mediante ejercicios preparatorios y competitivos especiales en cada modalidad deportiva concreta, y desarrollar propiedades de fuerza especiales a tenor con la reacción y las posibilidades coordinativas de los deportistas. Los simuladores destinados a la preparación de fuerza especial contribuyen a resolver estos problemas.

Las máquinas de este grupo permiten elevar el nivel de fuerza máxima y la resistencia de los

músculos que asumen la carga principal en cada modalidad deportiva concreta. El diseño de los mismos ofrece la posibilidad de actuar intensamente en los músculos durante los movimientos motores, que por su espacio y tiempo responden a la estructura de los ejercicios de preparación especial y competitivos. Ello garantiza no sólo el desarrollo de las propiedades de fuerza, tomando en cuenta las demandas de cada modalidad deportiva, sino el perfeccionamiento físico y técnico. Mencionaremos a continuación ejemplos de máquinas especiales que se utilizan en algunas modalidades deportivas.

En remo se utiliza ampliamente una máquina que permite imitar con bastante exactitud la técnica del impulso y la dinámica de los esfuerzos en condiciones de elevada resistencia, cuya magnitud se regula modificando el peso. Los esfuerzos del remero se invierten en poner en movimiento una carretilla con peso, que se desliza en el plano horizontal. El esfuerzo se transmite a la carretilla a través de cables unidos al remo (ilustr.118). Para trabajar en el gimnasio se utiliza una variante portátil de la máquina de remo.



Ilustr.118. *Trabajo en la máquina de entrenamiento de remo.*

En la preparación de nadadores y remeros soviéticos y alemanes se utiliza muy ampliamente un simulador de muelles y palancas (ilustr.118, 119). La resistencia se regula con el número de muelles y se modifica durante los ejercicios cambiando el brazo de aplicación de la fuerza respecto al eje de rotación de la palanca (ilustr.120). Esta máquina permite regular la carga en toda la amplitud de los movimientos tomando en cuenta las posibilidades reales de los grupos musculares que participan en el trabajo.

Existen numerosas máquinas selectorizadas que permiten desarrollar la fuerza, perfeccionar los elementos principales de la técnica deportiva y revelar propiedades de fuerza durante la simulación de los movimientos principales que caracterizan distintas modalidades deportivas (ilustr.121).

Un lugar determinado en el sistema de preparación especial de fuerza de los deportistas ocupan las máquinas selectorizadas, que en lugar del juego de pesos poseen un aparato para el entrenamiento isocinético, que permite modificar la resistencia en distintas fases de la amplitud del movimiento a tenor con las posibilidades reales de los músculos. El aparato para el entrenamiento isocinético se puede utilizar en los simuladores para la preparación especial de fuerza en distintas modalidades deportivas (ilustr.124-126).

En distintas modalidades deportivas se utilizan diseños y dispositivos que corresponden al carácter especial de las modalidades y garantizan el desarrollo eficaz de las distintas formas de fuerza (ilustr.127-129).

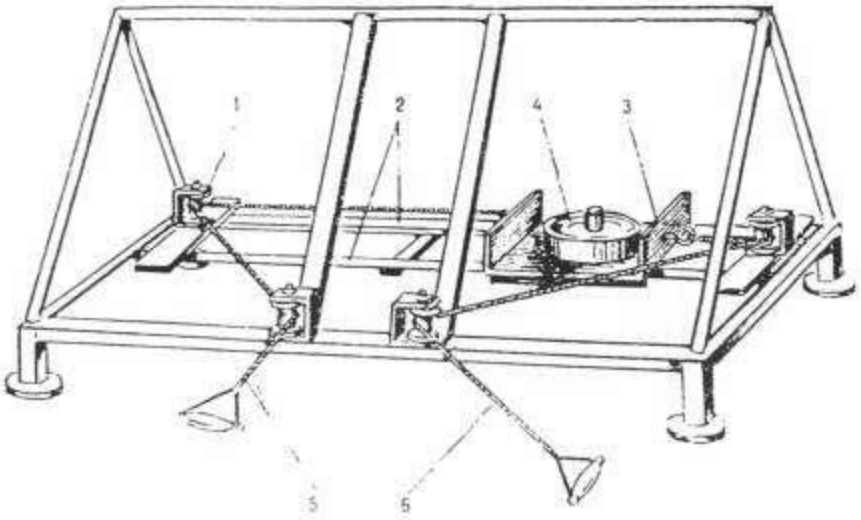
En los juegos deportivos (béisbol, tenis y tenis de mesa) han adquirido un amplio desarrollo los lanzapelotas deportivos que disparan según programas dados, con orientación del vuelo de la pelota y frecuencia de tiro regulada (ilustr.132, 133). Estas máquinas permiten intensificar en dos y tres veces los entrenamientos y excluir el trabajo improductivo.

Actualmente se utilizan lanzapelotas de dirección programada controlados por ordenador. Estos aparatos permiten modelar los entrenamientos y las competiciones, así como aumentar la eficacia de la preparación especial de velocidad y fuerza, de coordinación y técnico-táctica.

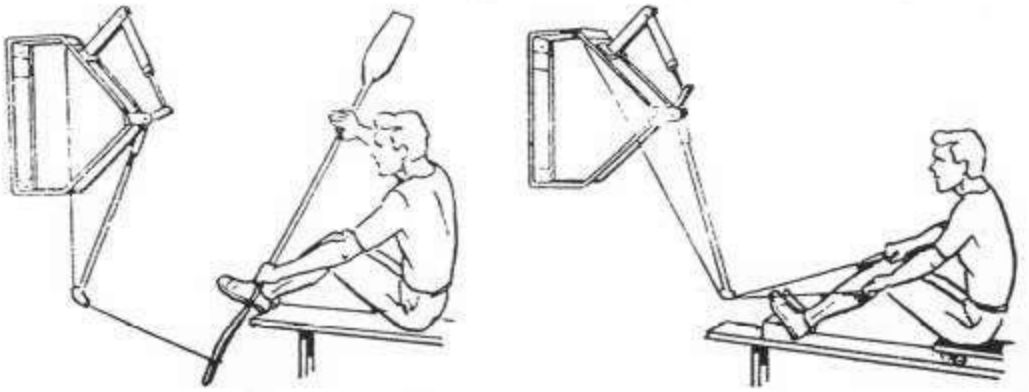
En los últimos años se utilizan lanzapelotas para el entrenamiento de jugadores de béisbol, hockey y fútbol. Estos simuladores son muy prometedores para los juegos deportivos individuales por cuanto la utilización de grabaciones de la actuación de jugadores famosos para elaborar programas de entrenamiento ofrece la posibilidad de optimizar considerablemente la preparación de los deportistas.

MÁQUINAS PARA DESARROLLAR LA VELOCIDAD Y LA COORDINACIÓN

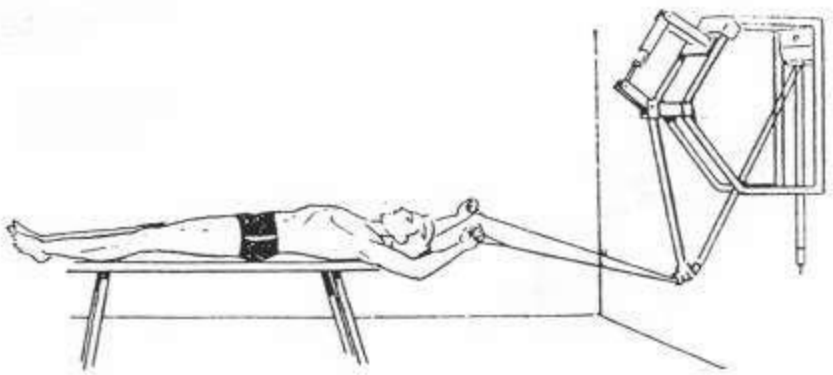
En la práctica deportiva actual se utilizan con bastante frecuencia simuladores que funcionan según el principio del liderato aliviado. Esto guarda relación con el hecho de que con ayuda de una



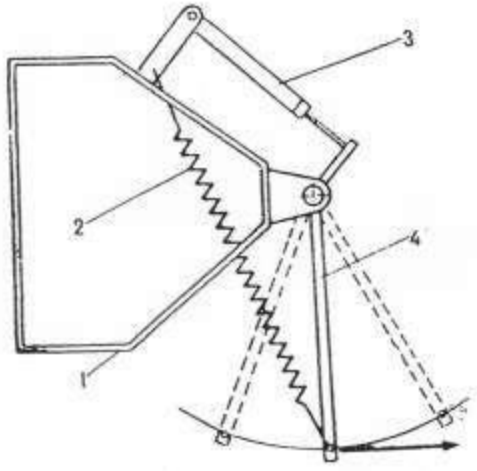
Ilustr.119. *Variante portátil de una máquina de remo para trabajar en el gimnasio.*



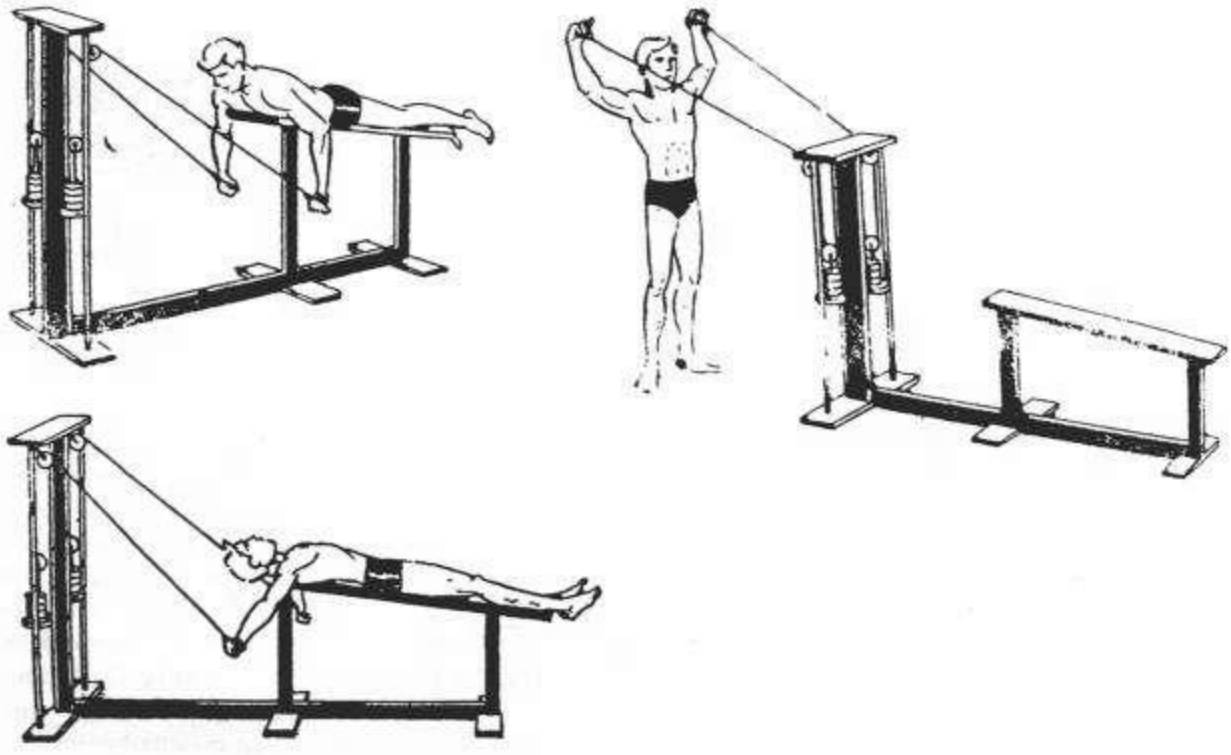
Ilustr.120. *Máquina de resortes y palancas para la preparación de fuerza especial de remeros. Dos momentos del trabajo para desarrollar la fuerza.*



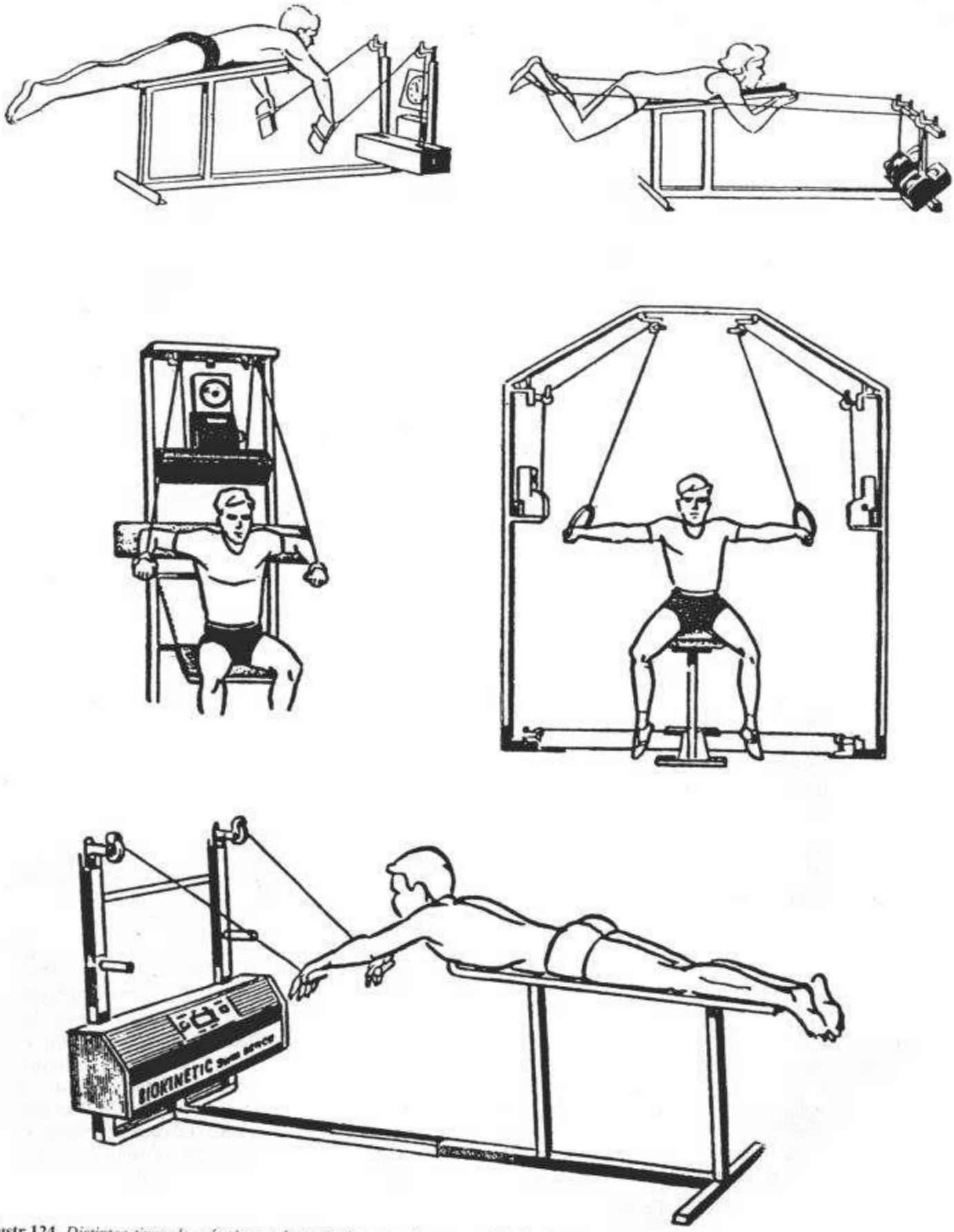
Ilustr.121. *Máquina de resortes y palancas para la preparación de fuerza de nadadores.*



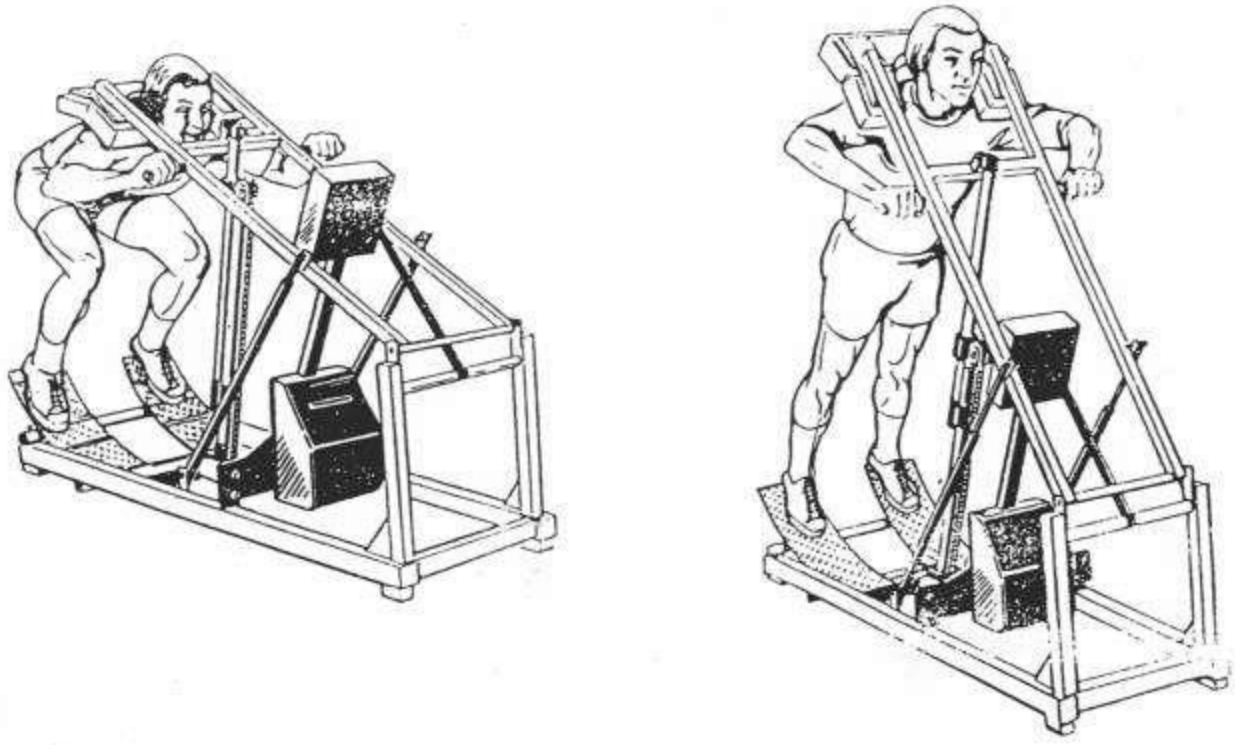
Ilustr.122. *Elemento fundamental de una máquina de resortes y palancas. 1: chasis; 2: resorte; 3: amortiguador hidráulico; 4: barra.*



Ilustr.123. *Máquina con placas selectorizadas para el entrenamiento de nadadores.*



Ilustr.124. *Distintos tipos de máquinas selectorizadas para la preparación de fuerza especial de nadadores con utilización del método isocinético.*

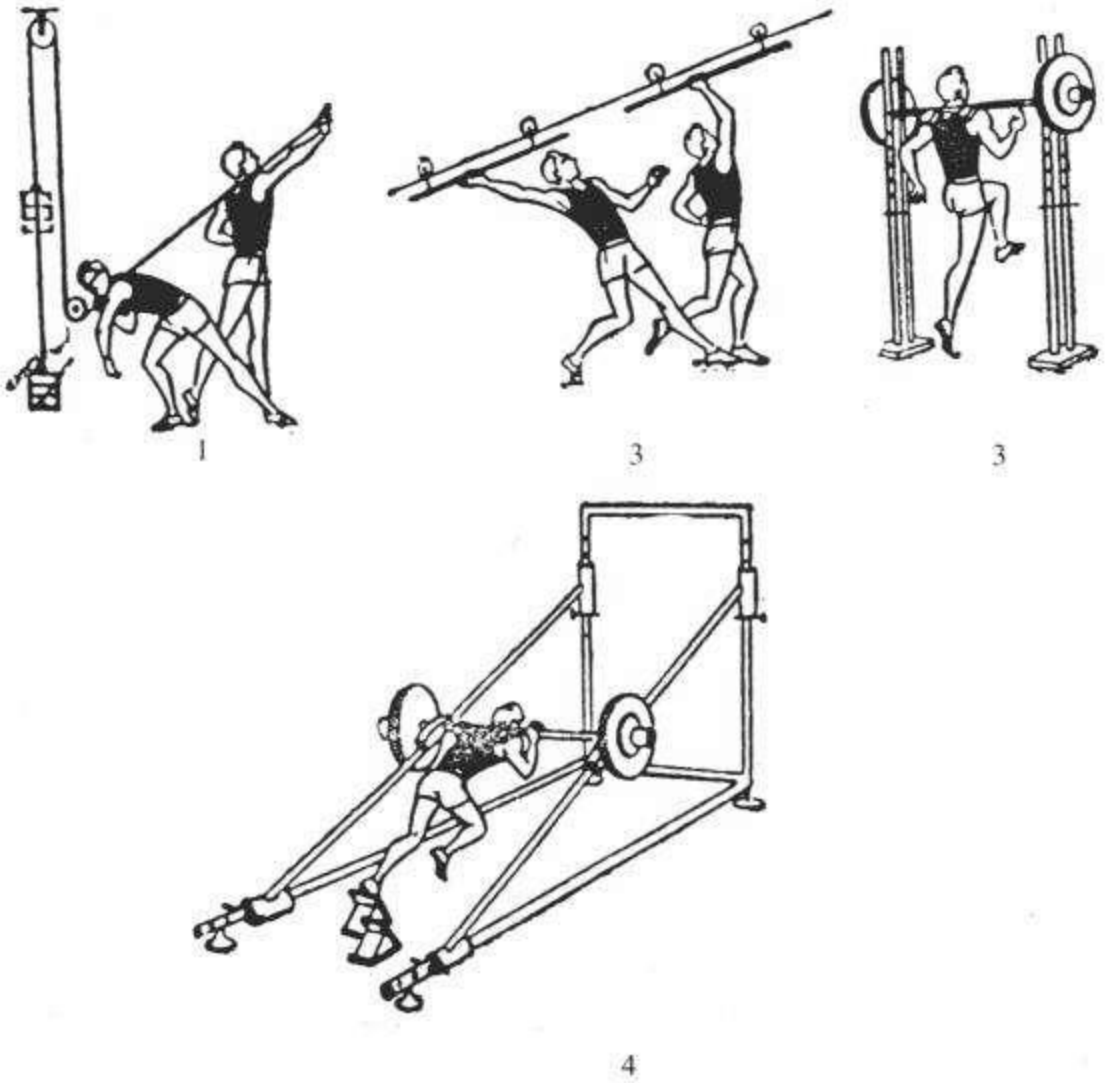


Ilustr.125. *Utilización de máquinas para el entrenamiento isocinético de lanzadores de peso y saltadores de longitud y altura.*

Ilustr.126. *Cicloergómetro para la preparación de fuerza.*

serie de dispositivos simuladores se ofrece la posibilidad de crear regímenes inalcanzables en condiciones naturales para realizar ejercicios deportivos o sus elementos principales. Las características técnicas de estos simuladores presuponen mínimas desviaciones de la técnica racional en el ejercicio de los movimientos motores, lo que crea premisas para evitar errores y aumenta la posibilidad de lograr marcas más elevadas en las características de los movimientos programados por el diseño del simulador.

Las condiciones encauzadas a lograr la mejor coordinación (en comparación con las condiciones corrientes de los entrenamientos y las competiciones), artificialmente aliviadas con ayuda de los simuladores, permiten al deportista buscar la posibilidad de realizar el potencial funcional y formar una estructura de espacio, tiempo, dinámica y rítmica necesaria para alcanzar el resultado programado. Así, al corredor le ofrecen la posibilidad de aumentar la frecuencia de movimiento de las piernas, disminuyendo la resistencia interior y exterior. Con este fin se puede utilizar un dispositivo de remolque, consistente en un muelle con manilla unido al parachoques trasero del automóvil. Con ayuda de este dispositivo se puede au-

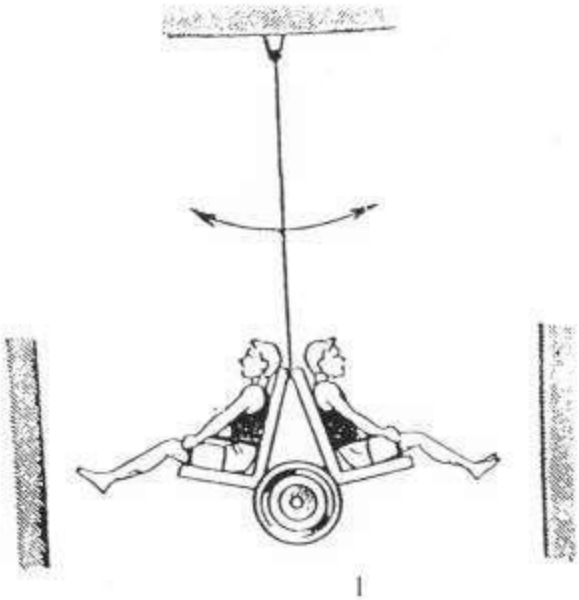


Ilustr.127. *Máquinas para desarrollar la fuerza explosiva de lanzadores de peso (1), lanzadores de jabalina (2), saltadores de altura (3) y velocistas (4).*

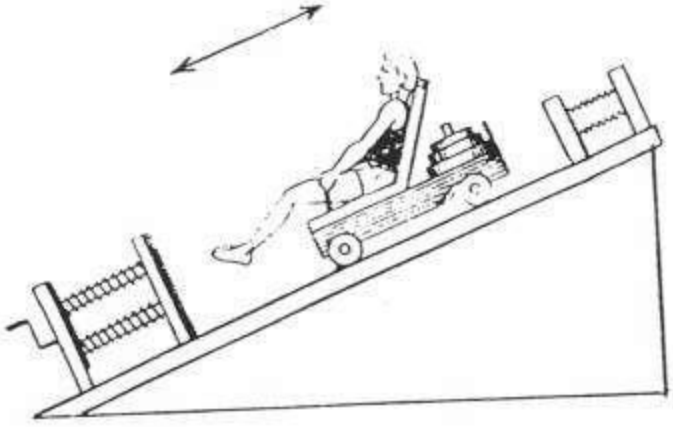
mentar la frecuencia de movimiento de los pies y aumentar la zancada, lo cual aumenta la velocidad de carrera. Los mismos resultados da la carrera en el simulador con una velocidad de la cinta superior a las posibilidades del corredor.

Simuladores con el mismo principio de funcionamiento se utilizan en otras modalidades deportivas cíclicas. Por ejemplo, el entrenamiento en la piscina hidrodinámica con contracorriente, cuya velocidad supera la velocidad del nadador, etc. (ilustr.130); el remolque del nadador (o de la lancha, en el remo) con una velocidad superior a la absoluta (ilustr.131); el entrenamiento en el cicloergómetro, cuyo ritmo de velocidad automáticamente se regula y supera el ritmo accesible al ciclista. Investigaciones efectuadas en esta orientación muestran la alta eficacia de estos simuladores para elevar la velocidad y superar la barrera de la misma.

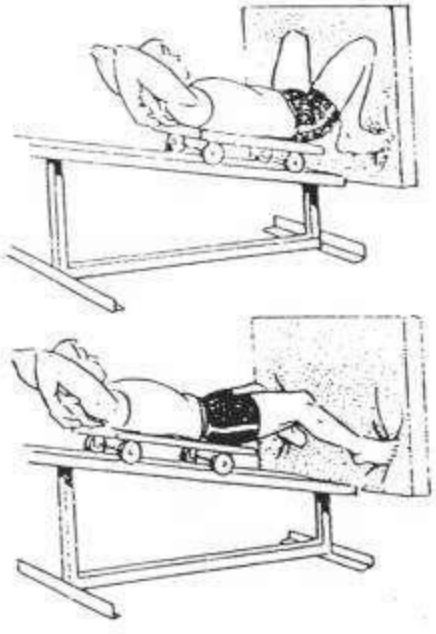
Por ejemplo, se ha establecido que la utilización del canal hidrodinámico como simulador permite al nadador aumentar de 2-3 hasta 10-15 seg el tiempo de trabajo a velocidad máxima en un entrenamiento (Platonov y Vaitsejovski, 1985). Con este fin se determina la velocidad máxima que el nadador puede mantener durante varios segundos y se crea una contracorriente de la misma velocidad. El programa de entrenamiento consiste en la repetida realización de ejercicios cortos (5-15 seg) con pausas de 2-3 min y la tarea de



1

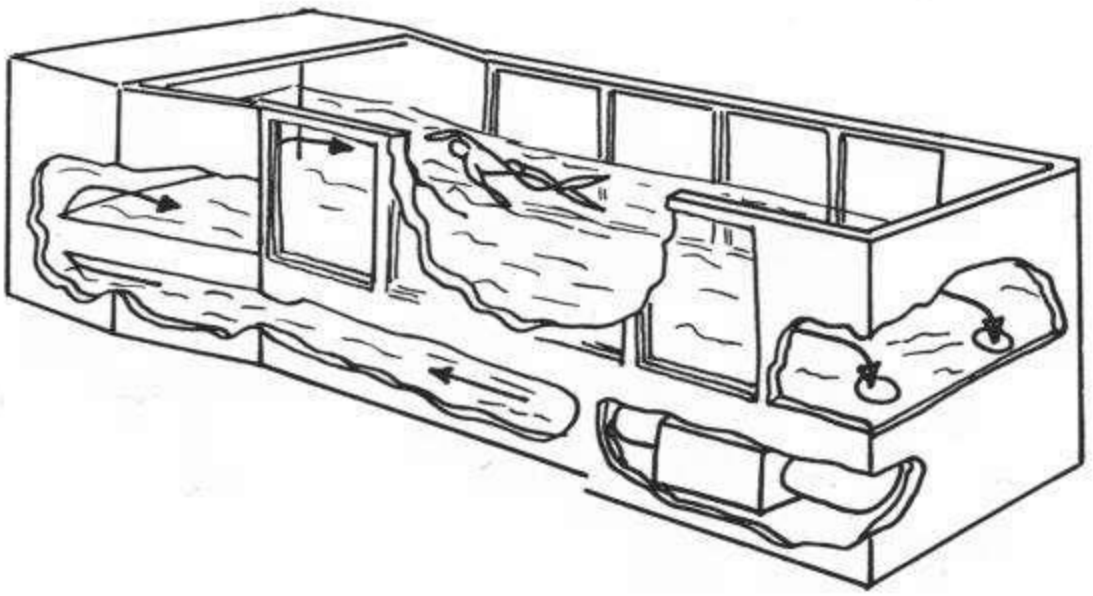


2

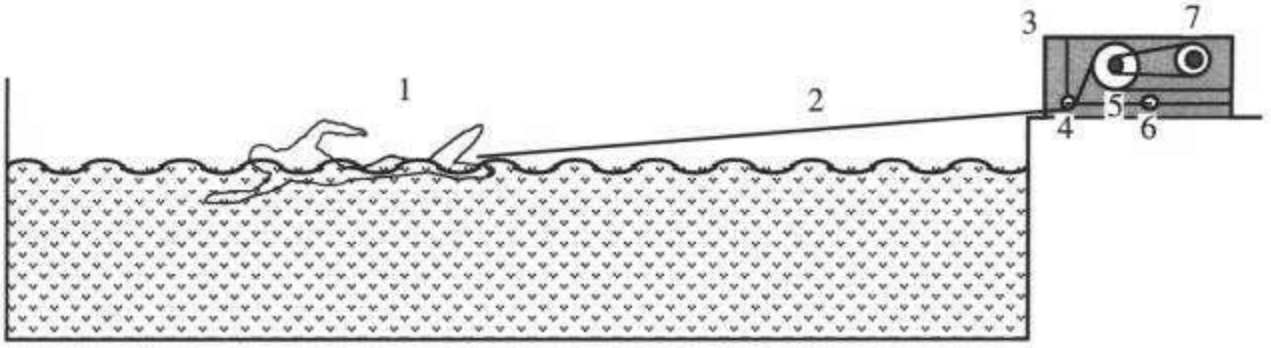


3

Ilustr.128. *Varias máquinas para desarrollar la fuerza-velocidad de los extensores de atletas (1, 2) y nadadores de braza (3).*



Ilustr.130. Piscina hidrodinámica con velocidad regulada de la corriente de agua. 1: ventanas, 2: bomba.



Ilustr.131: *Máquina para marcar el ritmo obligado de ejecución. 1: el nadador lleva un cinturón para el remolque, 2: cable de remolque, 3: remolque, 4: polea, 5: cilindro para enrollar el cable del remolque, 6: tenso dinamómetro, 7: electromonitor.*

mantenerse en el sitio durante el tiempo más largo posible. En estas condiciones la mayoría de los nadadores halla con rapidez la óptima coordinación de los movimientos, que garantiza el aumento de la velocidad y la capacidad de mantenerla.

En las modalidades deportivas cíclicas se utilizan vastamente simuladores diagnosticadores con acoplamiento contrarreactivo que permiten determinar la eficacia en la realización de distintos elementos de las competiciones. La utilización de cámaras de televisión combinadas con ordenadores permite al deportista obtener información rápida sobre el resultado en el cumplimiento de distintos elementos competitivos, y corregir la estructura coordinadora de los movimientos con el fin de buscar una variante técnica eficaz y revelar las propiedades motoras. Por ejemplo, el conjunto simulador diagnosticador que utilizan los nadadores soviéticos más fuertes permite registrar el tiempo desde la señal de salida hasta la separación de los pies de la plataforma de salida, el

Ilustr.132. *Máquina con una carga de 125 pelotas para el entrenamiento de los tenistas, con una frecuencia de tiro que va desde 1 hasta 32 pelotas por minuto.*

Ilustr.133. *Máquina con una carga de 100 pelotas para el entrenamiento de tenis de mesa.*

tiempo hasta entrar en el agua y la superación de distintas fases de la distancia: 2,4 m, 7,4 m, 10 m, 12,5 m, 17,5 m y 22,5 m en la piscina de 25 metros y 2,5 m, 7,5 m, 10 m, 25 m, 40 m y 47,5 m en la piscina de 50 metros.

El aparato se puede utilizar para aumentar la velocidad durante la salida, el viraje y la superación de sectores de distinta longitud. Por eso se pueden establecer marcas, fijar el tiempo desde la señal de salida hasta la separación de la plataforma de salida, el tiempo del salto hasta la entrada completa del cuerpo en el agua, el tiempo de superación de distintas distancias: 7,5 ó 10 m. Sobre esta base se registran y se perfeccionan los elementos débiles de la salida.

Conjuntos análogos se utilizan vastamente en la carrera, el ciclismo (pista), el remo y el patinaje.

Para perfeccionar la coordinación se utilizan dispositivos que ayudan al deportista a mantener la velocidad programada de los movimientos en el cumplimiento de los ejercicios de entrenamiento y formar un ritmo racional. Por ejemplo, en las modalidades deportivas cíclicas se utilizan señales luminosas, que permiten mantener la velocidad en distintas fases del entrenamiento y elaborar un esquema táctico racional de toda la distancia. En distintas modalidades deportivas se usan marcadores que regulan la intensidad de trabajo del deportista, informándole sobre la frecuencia de las contracciones del corazón. Estos pueden ser pequeños tableros luminosos ubicados en el manillar de la bicicleta o en el timón de la lancha, pequeños auriculares, con ayuda de los cuales los deportistas reciben una señal acústica determinada cuando la frecuencia de las sístoles rebasa los límites dados. Los marcadores acústicos y lumínicos también se utilizan para formar un ritmo óptimo de movimiento. Con este fin se usan aparatos para la estimulación eléctrica de los músculos, que garantizan su contracción forzosa en una fase dada del movimiento. Por ejemplo, en la preparación de los deportistas soviéticos se usa un señalizador biológico miosimulador para la regulación biológica adaptativa durante la corrección de los movimientos incorrectos, perfeccionar y fijar los hábitos motores. Estos aparatos emiten señales acústicas, lumínicas y electrocutáneas conforme los resultados de la comparación entre la prolongación de las contracciones de los músculos y los intervalos previamente condicionados. Otro aparato, el señalizador biológico del ritmo de la actividad muscular, está destinado para regular el ritmo en la actividad de distintos grupos musculares comparando la magnitud y el ritmo de las señales eléctricas biológicas de los músculos que actúan durante el cumplimiento de los respectivos movimientos motores y el ritmo modelado de las señales eléctricas condicionadas por el aparato. La información sobre las desviaciones registradas se transmite al deportista en forma de señales acústicas, lumínicas y electrocutáneas con el fin de corregir los movimientos. El señalizador biológico es muy eficaz durante la elaboración de la estructura rítmica y dinámica óptima de los movimientos en las modalidades deportivas cíclicas.

Las pequeñas dimensiones de estos simuladores permiten fijarlos fácilmente en la bicicleta, lancha o cinturón del deportista, aplicar los electrodos a los músculos y utilizarlos en los entrenamientos.

Para perfeccionar la reacción y la coordinación en distintas modalidades de lucha los deportistas soviéticos utilizan un simulador que desarrolla la velocidad de reacción y la actuación técnico-táctica en condiciones de déficit de tiempo y situaciones imprevistas. Por ejemplo, el simulador para la lucha constituye un aparato, cuyos componentes principales son una cortina que se corre automáticamente, un sistema para registrar el tiempo y un sistema de video para analizar la actuación táctico-técnica. Durante el entrenamiento, los luchadores se encuentran separados uno frente al otro por una cortina transparente. Uno de ellos simula el ataque y el otro la defensa. El que se defiende adopta una de las numerosas posiciones estándar, que presupone la realización de un conjunto determinado de ejercicios motores. Cuando la cortina se corre el atacante imita el ataque en el tiempo mínimo. El tiempo que se invierte en el cumplimiento de distintos elementos atacantes y el grado en que el cumplimiento de los mismos corresponde a la solución óptima de la tarea motor se evalúa en un baremo.

Para evaluar la fuerza del golpeo en tenistas, la velocidad del vuelo de la pelota y la presión del ataque, se usa un conjunto simulador compuesto por un micrófono direccional, un blanco de contacto multisectorial y un mezclador de sonido con interfase combinado con ordenador.

El principio de trabajo del simulador consiste en medir el intervalo de tiempo entre el momento del golpe sobre la pelota y el momento en que ésta toca el blanco. Conociendo la distancia entre el tenista y el blanco, se calcula la velocidad media del vuelo de la pelota. Para determinar el momento del golpe de la raqueta sobre la pelota se utiliza una señal acústica que el micrófono direccional capta. El lugar en que la pelota pega, es decir, la precisión del ataque, se registra con ayuda del blanco sectorial. Los resultados de la medición se transmiten inmediatamente al monitor o a la im-

presora y se pueden acumular en una base de datos. En caso de necesidad éstos pueden recuperarse de la memoria del ordenador y exponerse en forma de tablas o gráficos. Los resultados obtenidos pueden compararse con datos de control o características modelo.

CAPÍTULO IX

Control del sistema de preparación física de los deportistas

La eficacia del desarrollo de distintas cualidades motoras en sumo grado depende de la utilización de medios y métodos objetivos de control del desarrollo de las mismas. La evaluación objetiva de las cualidades físicas del deportista y las posibilidades principales de los sistemas funcionales permite al entrenador y al deportista obtener una información objetiva que puede servir de base para tomar decisiones de carácter administrativo durante la programación del proceso encauzado a desarrollar la velocidad, la fuerza, la coordinación, la resistencia y la flexibilidad.

Objeto de control en la preparación física del deportista constituyen el nivel de desarrollo de distintas cualidades físicas, las posibilidades de los principales sistemas funcionales del organismo, que garantizan el desarrollo de la fuerza, la agilidad, la velocidad, la coordinación y la resistencia.

FORMA DE CONTROL

Según el número de tareas concretas y el volumen de los índices incluidos en el programa de investigación, el control puede ser profundo, selectivo y local (Ivanov, 1987; Zaporozhanov, 1988). El control profundo de la preparación física del deportista estipula el estudio plurilateral del nivel de desarrollo de distintas cualidades motoras, el registro y la evaluación de varios índices fisiológicos, morfológicos, bioquímicos y psicológicos que contienen información sobre las posibilidades funcionales del aparato locomotor, el sistema nervioso central, el sistema respiratorio, la circulación sanguínea, la sangre y la capacidad del deportista de desarrollar el potencial funcional en las competiciones.

El control selectivo comúnmente se efectúa con ayuda de los índices que reflejan el nivel de desarrollo de una cualidad concreta (por ejemplo, el sistema de generación de energía aeróbica o anaeróbica).

El control local consiste en utilizar uno o varios índices que permitan evaluar los aspectos relativamente débiles de la función motora (por ejemplo, el tiempo de cada movimiento concreto, el sentido del ritmo, etc.), o las posibilidades de distintos sistemas funcionales (por ejemplo, la cantidad de fibras ST en el músculo, el coeficiente respiratorio, el contenido de lactato en sangre después de los ejercicios, etc.).

El control de la preparación física puede tener carácter pedagógico o integral. Durante el control pedagógico se utilizan distintos métodos e índices que permiten evaluar de manera íntegra diferentes cualidades o elementos. Durante el control integral se estudian las posibilidades de distintos sistemas funcionales, órganos, cualidades y mecanismos que determinan el nivel de desarrollo de las principales cualidades físicas del deportista. Con este fin se utilizan distintos métodos de investigación tomados de la fisiología, la bioquímica, la biomecánica, la psicología y la morfología deportivas (Boiko, 1981; Alexieiev y Mozgovoi, 1988; Seifulla y Ankudinova, 1988).

En la preparación deportiva se practican tres formas de control: por etapas, corriente y operativo.

El control por etapas caracteriza la modificación del estado físico del deportista bajo la influencia de la larga preparación, por ejemplo, durante el año, del microciclo o período de preparación. Esta forma de control tiene un carácter profundo y en ella se utilizan muchos índices. A resultas del control por etapas se trazan las orientaciones generales de la preparación física y del período siguiente de entrenamiento.

El control corriente se basa en la evaluación de los estados físicos dominantes de las cargas de distintos microciclos y regímenes de entrenamiento. Esta forma de control tiene casi siempre un carácter selectivo y los índices que se utilizan en ella deben proporcionar información para determinar la orientación de los entrenamientos y la carga de los ejercicios para los próximos días partiendo de la posibilidades reales del deportista.

El control operativo consiste en revelar las reacciones inmediatas del organismo del deportista durante la realización de distintos ejercicios y, sobre esta base, elegir el régimen óptimo de los entrenamientos (por ejemplo, determinar la magnitud idónea de las cargas durante el desarrollo de la fuerza máxima, la frecuencia de las sístoles, el UMAN respectivo, etc.).

EXIGENCIAS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ÍNDICES DE CONTROL

Los índices que se utilizan durante el control de la preparación física deben ofrecer una evaluación objetiva de las distintas cualidades físicas del deportista, así como de las posibilidades de los sistemas funcionales del organismo. Al mismo tiempo, estos índices deben responder a las demandas de cada forma concreta de control, a la cualificación del deportista, al nivel de su preparación y a los objetivos y tareas de la etapa concreta de preparación anual o de muchos años.

Con arreglo a las tareas de cada forma de control los índices deben responder a las siguientes exigencias:

– Correspondencia al carácter especial de la modalidad deportiva. El tener en cuenta las peculiaridades específicas de cada modalidad deportiva tiene importancia primordial para elegir los índices que se utilizan en el control, por cuanto la relación de las cualidades físicas en distintas modalidades está relacionada con reacciones concretas de adaptación y con el conjunto de movimientos motores que caracterizan la modalidad deportiva (Platonov, 1985; Ratov et al., 1984; Arinochin y Guidriuk, 1989).

En las modalidades deportivas que requieren la resistencia a la fatiga (natación, remo, ciclismo, carreras de fondo y medio fondo, etc.), se utilizan sobre todo índices que reflejan el nivel de la resistencia de los deportistas y las posibilidades del sistema de sustentación energética. Otras cualidades motoras se evalúan de manera más superficial, tomando en cuenta el papel que desempeñan para lograr una marca deportiva concreta y el lugar que ocupan en el proceso de la preparación física del deportista (Vaitsejovich y Kiseliov, 1988; Suslov et al., 1990).

En las modalidades de velocidad y fuerza, en las que la cualidad principal del deportista consiste en manifestar esfuerzos neuromusculares máximos de corta duración (carrera sprint, lanzamientos atléticos, sprint ciclista, distancia de 50 m en natación, etc.), como medios de control se utilizan, en primer lugar, los índices que caracterizan el estado del aparato neuromuscular, del sistema nervioso central y los componentes de fuerza-velocidad de la función motora (Golik, 1982; Platonov, 1986).

En las modalidades deportivas en que los resultados dependen principalmente de la actividad de los analizadores y la movilidad de los procesos nerviosos, que garantizan la exactitud y la correlación de los movimientos en el tiempo y en el espacio (gimnasia, acrobacia, patinaje artístico, salto de trampolín, todos los juegos deportivos, etc.), durante el control se estudian extensivamente las posibilidades coordinadoras: la precisión con que se producen los componentes de tiempo, fuerza y espacio de los movimientos, la capacidad de procesar la información y tomar decisiones rápidas y eficaces, en sentido del ritmo, etc. (Ter-Ovanesian y Ter-Ovanesian, 1986; Armaev y Cheburaev, 1989).

Los índices principales se complementan con índices auxiliares según las peculiaridades de la modalidad deportiva. Por ejemplo, en las modalidades de fuerza-velocidad se utilizan índices para evaluar la intensidad de los procesos anaeróbicos; en los juegos deportivos y en la lucha cuerpo a cuerpo, la potencia y capacidad de los procesos anaerobios glucolíticos y aerobios (Bondarchuk, 1988).

Al elegir los índices es muy importante vincularlos con el estudio de la forma de preparación de los deportistas: general, auxiliar o especial. De ello depende no sólo el conjunto de índices que se utilizan durante la potencia y capacidad de los procesos aeróbicos en los luchadores durante el estudio de su preparación básica (física general), se pueden efectuar pruebas cicloergométricas o de carrera aumentando gradualmente la intensidad del trabajo. Cuando estos procesos persiguen el fin de evaluar la preparación especial del deportista, se admiten sólo tensiones especiales, por ejemplo, lanzamientos del maniquí a ritmo programado y durante un tiempo determinado (Shepilov y Klimin, 1979).

– Correspondencia a las peculiaridades de edad y de calificación de los deportistas. El contenido del control de la preparación física de los deportistas debe organizarse de conformidad con la edad de los mismos y el nivel de su maestría, no sólo respecto a la complejidad de las pruebas, la magnitud y el carácter de las tensiones estándar y máximas, sino respecto a la evaluación de los componentes que determinan el nivel o las perspectivas de desarrollo de la respectiva cualidad física. Por ejemplo, al evaluar las posibilidades del sistema energético en los adolescentes que practican modalidades que requieren no sólo gran resistencia, hay que orientarse, en primer lugar, a partir de los índices relativos de la potencia y capacidad de los procesos aeróbicos. Al valorar a los deportistas adultos de élite se da preferencia a otros índices: la economía en el trabajo, la capacidad de trabajar durante largo tiempo al UMAN.

Al valorar el nivel de desarrollo de distintas cualidades físicas en los deportistas de nivel relativamente poco elevado, es conveniente orientarse fundamentalmente según el nivel de la preparación física básica; al estudiar a los deportistas de alto nivel, conviene hacerlo según los índices que reflejan la capacidad de realizar el potencial funcional en las condiciones especiales de los entrenamientos y las competiciones con los métodos técnico-tácticos propios de ellos (Platonov, 1988; Plajtienko y Fokichev, 1989).

– Correspondencia a la orientación de los entrenamientos. El estado de la preparación física del deportista cambia considerablemente no sólo de una etapa a otra durante la preparación de muchos años, sino en distintos períodos de la preparación anual. Condicionan estos cambios la orientación general de los entrenamientos, la composición y la correlación de distintos ejercicios que se utilizan en el proceso de la preparación.

Investigaciones especiales y la experiencia práctica demuestran que los índices más informativos en el proceso de control son los que responden al carácter especial de las tensiones en cada etapa concreta de la preparación (Koloskov et al., 1988; Gomelski y Rodionov, 1989).

Así, por ejemplo, si en la primera etapa del período de preparación los deportistas que se especializan en modalidades de fuerza-velocidad de atletismo practican la carrera a campo a través y ejercicios orientados a desarrollar la fuerza máxima y explosiva con la utilización de simuladores especiales, el control en este período debe tener por fin valorar las cualidades respectivas e incluir índices adecuados de entrenamiento. En el período de competiciones, cuando los deportistas han alcanzado su máximo nivel de preparación especial, el sistema de control debe evaluar la fuerza-velocidad y la fuerza correspondientes al carácter de las competiciones (Suslov et al., 1989; Jalko y Maslov, 1989).

– Correspondencia al criterio de valor informativo. El carácter informativo de los índices que se utilizan para controlar las cualidades físicas se determinan por el grado en que estos índices corresponden a la cualidad en cuestión. Existen dos vías principales para elegir índices por el criterio de la información. La primera presupone elegir los índices a base del conocimiento exacto de los factores que determinan el grado en que se revela una cualidad concreta. De esta manera, por ejemplo, se eligen los índices del consumo máximo de oxígeno y el máximo contenido de lactato en sangre para evaluar la intensidad de los respectivos procesos aeróbicos y anaeróbicos.

La segunda vía consiste en hallar vínculos estadísticamente significativos entre el índice y el criterio que tiene explicación científica suficiente. Si la relación entre ellos es constante y sólida (r=0,80) existen fundamentos para considerar informativo este índice. Esta vía se utiliza, por ejemplo, para fundamentar el carácter informativo de los datos de la FC para determinar el nivel de UNAM o de bombeo cardíaco, los índices de la capacidad de trabajo en test especiales para evaluar la capacidad anaeróbica o aeróbica, etc.

En la teoría y práctica del entrenamiento ambas vías se utilizan en unidad orgánica, lo que permite seleccionar índices de control sobre la base de las relaciones de causa y efecto, que descifran los mecanismos de la relación entre los índices y el nivel de distintas cualidades físicas suyas, que se determinan a base de las demandas dictadas por el carácter específico de la modalidad deportiva concreta.

– Correspondencia al criterio de seguridad. Determina la seguridad de los índices la correspondencia de su utilización a los cambios reales que se operan en el nivel de distintas cualidades y propiedades del deportista, así como la estabilidad de los resultados registrados durante la repetida utilización de los índices en iguales condiciones.

Cuanto mayor es la diferencia entre los resultados del control de distintos deportistas, o de un mismo deportista que atraviesa distintos estados funcionales, y cuanto más coinciden los resultados de un mismo deportista en condiciones permanentes, tanto mayor es la seguridad de los índices utilizados.

CONTROL DE LAS CUALIDADES DE FUERZA

En la actividad deportiva se practica el control del nivel de desarrollo de la fuerza máxima, la fuerza-velocidad y la fuerza-resistencia. Las cualidades de fuerza se pueden evaluar en distintos regímenes de funcionamiento de los músculos (dinámico, estático), en tests especiales y no especiales con la utilización y sin la utilización de aparatos de control. Además del control de los límites absolutos se registran los índices relativos (teniendo en cuenta el peso del deportista). Durante el control hay que garantizar la estandarización del régimen de trabajo de los músculos, las posiciones iniciales, los ángulos de flexión en las articulaciones, las orientaciones y motivaciones psicológicas (Hollman y Hettinger, 1980; Atha, 1981; Borovikova, 1981).

De manera más sencilla, la fuerza máxima se puede valorar durante el trabajo en régimen estático. A este efecto se utilizan distintos dinamógrafos y dinamómetros mecánicos y tensométricos, que permiten valorar selectivamente la fuerza máxima de distintos grupos musculares.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que la fuerza estática no caracteriza la actividad de la mayoría absoluta de las modalidades deportivas. En sumo grado refleja el potencial básico de una cualidad determinada pero no garantiza el alto nivel de las cualidades de fuerza durante la realización de ejercicios especiales de preparación y competición. Asimismo es muy importante conocer que durante las valoraciones en régimen estático las cualidades de fuerza se valoran con arreglo a un punto determinado de la amplitud del movimiento y estos datos no pueden aplicarse a todo su rango. En este sentido mucho más informativas son las mediciones que se efectúan en el régimen dinámico de trabajo muscular. Sin embargo, aquí depende de la metodología que se aplica para medir la fuerza. En particular, la evaluación de la fuerza durante los movimientos con máximo esfuerzo presenta un gran defecto. En este caso, la resistencia es constante por cuanto en todo la amplitud del movimiento se aplica un esfuerzo estándar, a pesar de que la fuerza de los músculos oscila considerablemente debido a las peculiaridades bioquímicas de las distintas fases del mismo. La fuerza de los músculos en todo el movimiento varía en distinto grado en relación con su magnitud máxima: en la fase menos racional, desde el punto de vista biomecánico, puede constituir no más del 50-60% de la fuerza (Platonov, 1968; Matviéiev, 1986).

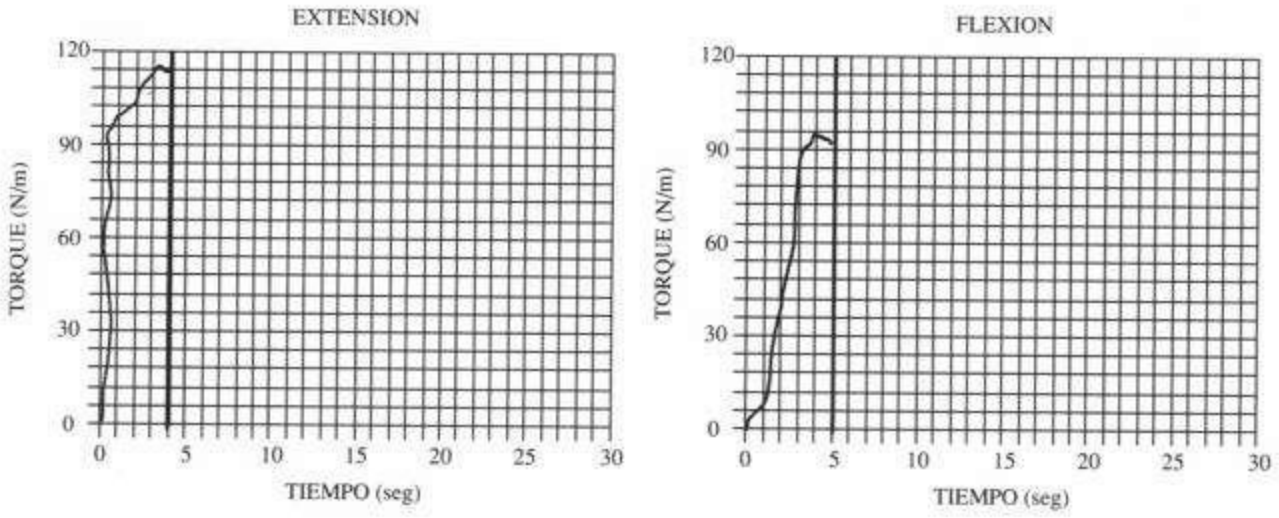
La precisión en la valoración de la fuerza aumenta considerablemente durante el trabajo en el denominado régimen isocinético. Actualmente los simuladores isocinéticos y los aparatos diagnosticadores fabricados a base de ellos se emplean ampliamente en el deporte. Durante los movimientos isocinéticos la resistencia del aparato varía y ofrece la posibilidad de registrar el máximo nivel de fuerza en cualquier punto del recorrido. La ventaja de este método consiste en que la fuerza máxima se manifiesta con distintas velocidades de movimiento fijadas por el aparato. Al tiempo que durante los movimientos dinámicos de máxima tensión la velocidad relativa rara vez supera 60°/seg, durante los movimientos isocinéticos se desarrolla una velocidad en el rango de 0° hasta 300°/seg, es decir, que se aproxima a la velocidad que se registra en las competiciones.

Para determinar el potencial de fuerza de los deportistas actualmente se utilizan distintos sistemas de diagnóstico. Por ejemplo, el conjunto de la firma «Cybex» (ilustr.134) consta de dos sillones, que regulan la altura del asiento y la inclinación de los respaldos, mesas, un sistema para sujetar el cuerpo y las extremidades, dinamómetros para registrar la fuerza y un sistema para regular la amplitud y la velocidad de los movimientos. El conjunto incluye un programa para procesar los datos, un ordenador IBM y un plotter Mitsubishi.

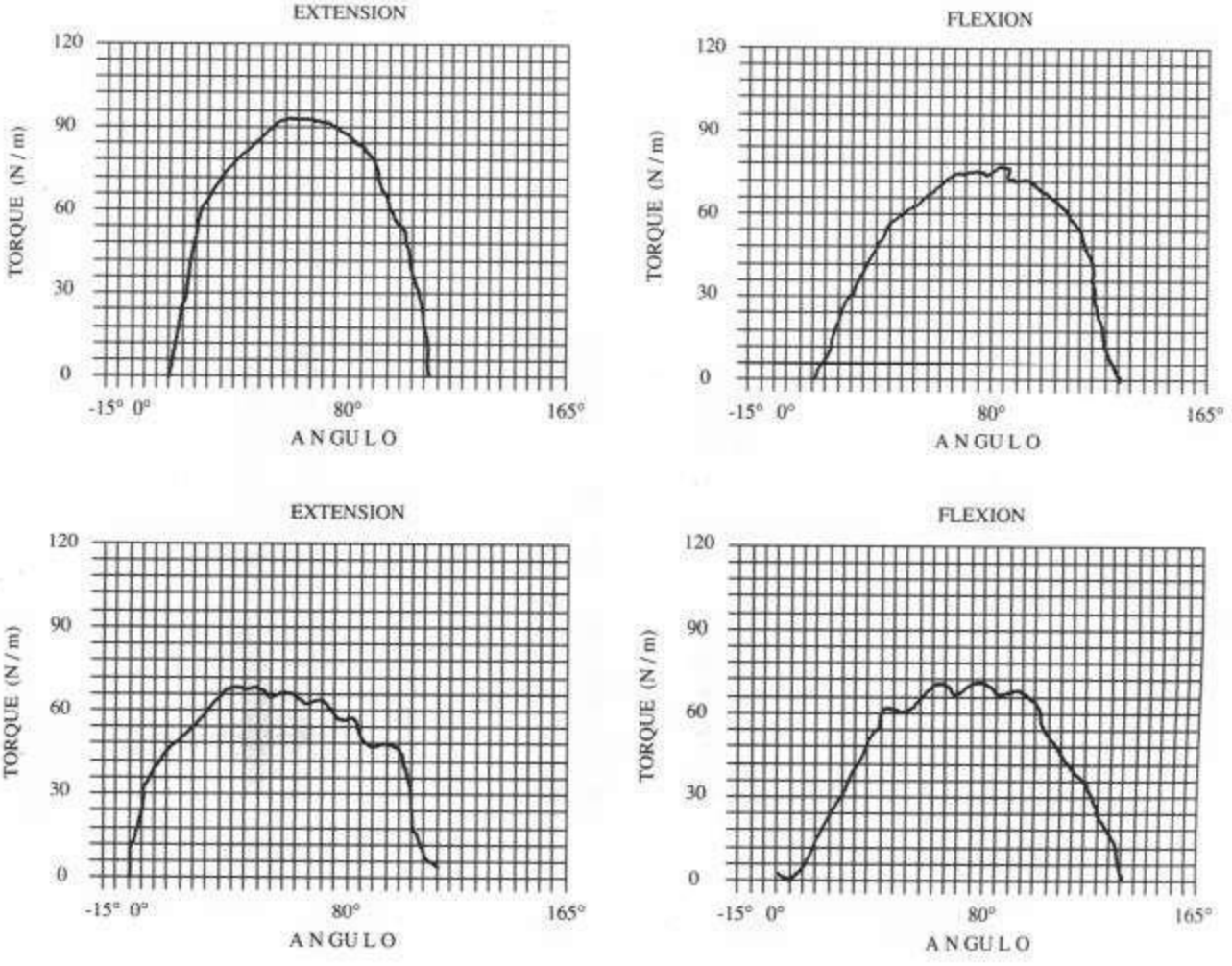
El conjunto diagnosticador permite registrar la fuerza máxima isométrica en cualquier momento del movimiento, la dinámica de la fuerza en toda la amplitud del movimiento de distinta velocidad angular de desplazamiento de 60° hasta 300°/seg, la fuerza de la resistencia con distintas velocidades angulares. La fuerza se puede registrar durante la realización de 24 ejercicios para distintos lados: flexión, extensión, abducción y adducción. En total, la fuerza del deportista se puede determinar durante el cumplimiento de 48 ejercicios, que prácticamente abarcan todo el aparato muscular. En las ilustraciones 134b-138 se muestra el registro de una serie de índices que reflejan el potencial de fuerza de los deportistas, establecidos gracias al conjunto «Cybex».

Aparte del potencial de la fuerza general de los músculos que asumen la carga principal durante los ejercicios que caracterizan una modalidad deportiva concreta, con frecuencia conviene establecer el nivel de la fuerza general durante los ejercicios de fuerza. A título de ejemplo, las ilustraciones 139 y 140 muestran los índices de la fuerza de tracción máxima en natación y en remo.

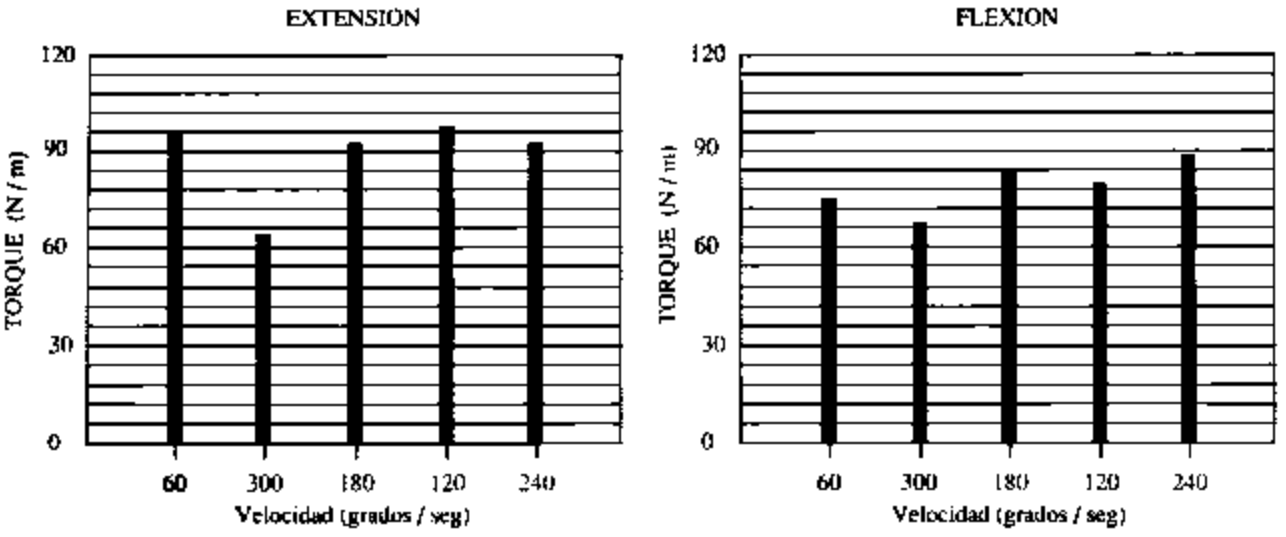
La utilización del régimen isocinético de trabajo en las pruebas de la preparación especial de fuer-



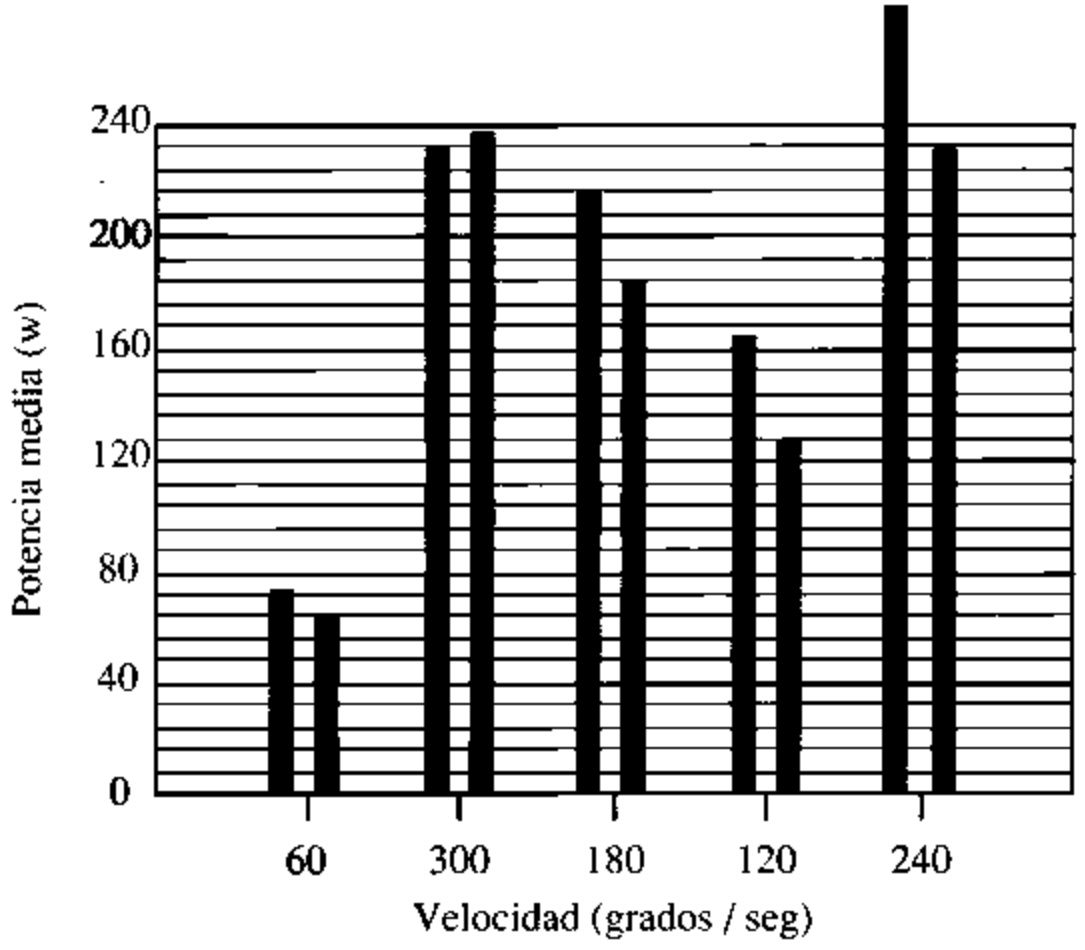
Ilustr.134. *Desarrollo de la fuerza isométrica máxima de un luchador de alto nivel durante la tensión de los flexores del brazo en la articulación humeral (ángulo de 80°).*



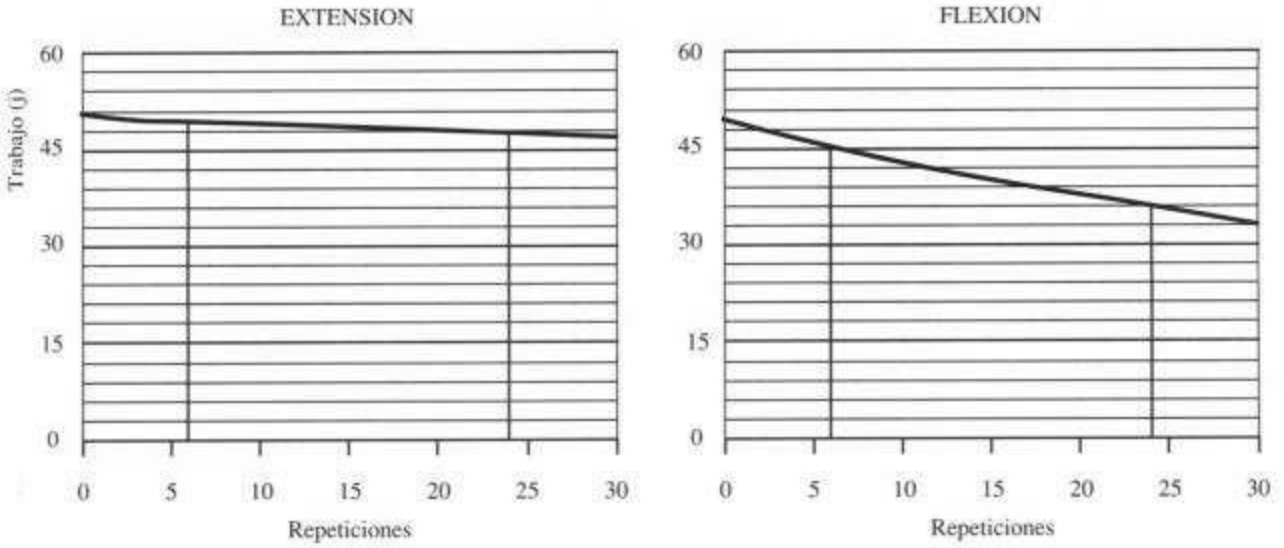
Ilustr.135. *Dinámica de la fuerza de un luchador de estilo libre de alto nivel durante la flexión y la extensión del brazo a la altura de la articulación cubital y con un movimiento de distintas velocidades angulares. 1: 60°/seg; 2: 300°/seg.*



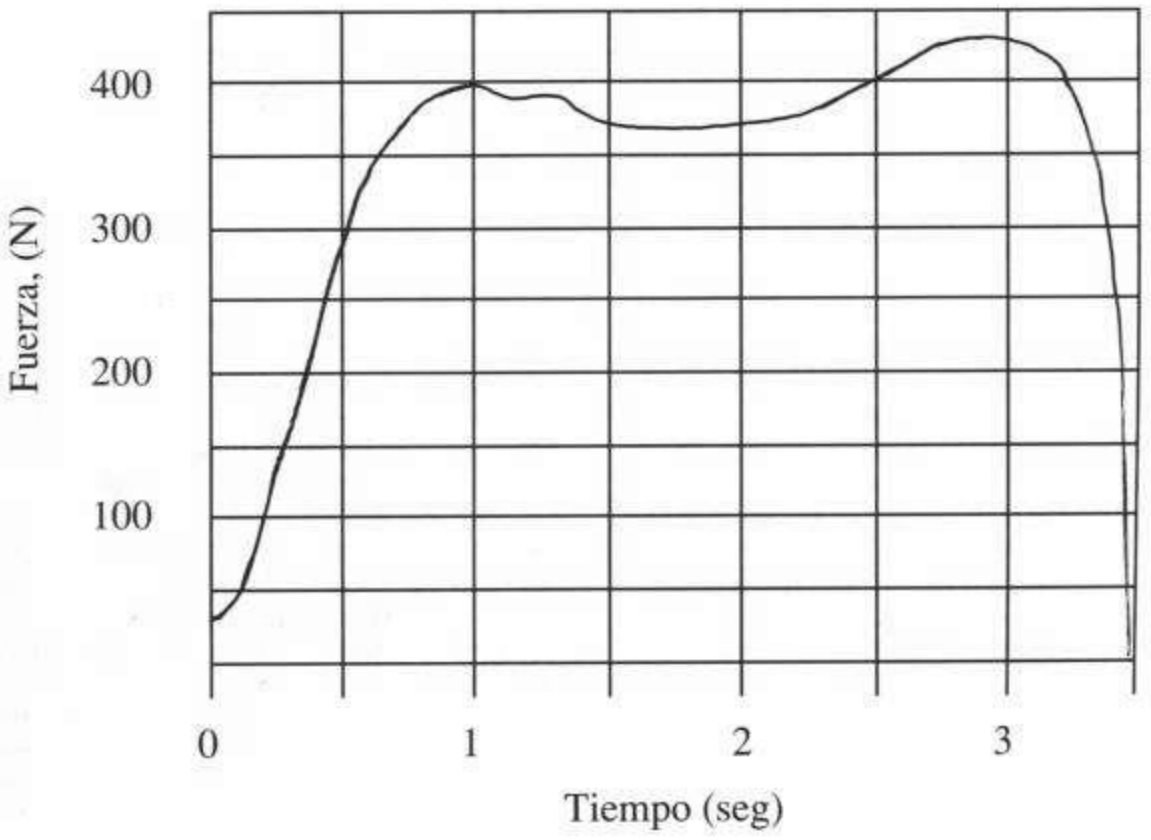
Ilustr.136. *Diferencias de fuerza de un luchador de estilo libre de alto nivel durante la flexión y extensión del brazo con distinta velocidad angular.*



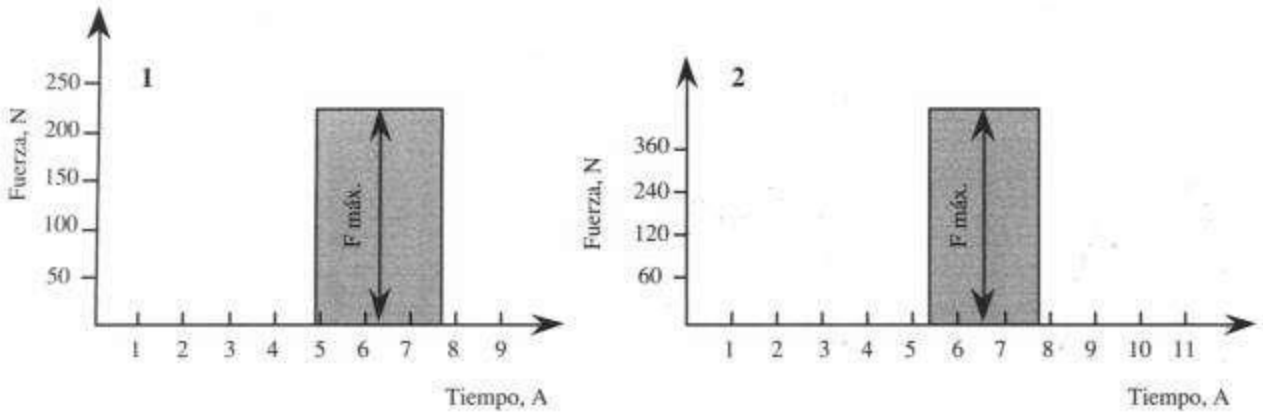
Ilustr.137. *Valores medios de la potencia de un luchador de alto nivel durante la flexión y la extensión (columna derecha e izquierda, respectivamente) del brazo a la altura de la articulación cubital durante la ejecución de movimientos con distinta velocidad angular (desde 60 hasta 300°).*



Ilustr.138. *Valoración de la fuerza de un luchador de estilo libre durante la flexión y la extensión del brazo a la altura de la articulación cubital (velocidad angular: 120°/seg; duración del trabajo: 60 seg).*



Ilustr.139. *Momento del registro de la máxima fuerza durante un trabajo en régimen isocinético (1) y modelo de la representación gráfica de la fuerza de tracción demostrada por un deportista de alto nivel mientras imita un movimiento de brazada en natación estilo mariposa (2).*



Ilustr.140. *Fuerza de tracción registrada por deportistas de élite que trabajaban en el sitio con máxima intensidad. 1: crol; 2: piragüismo.*

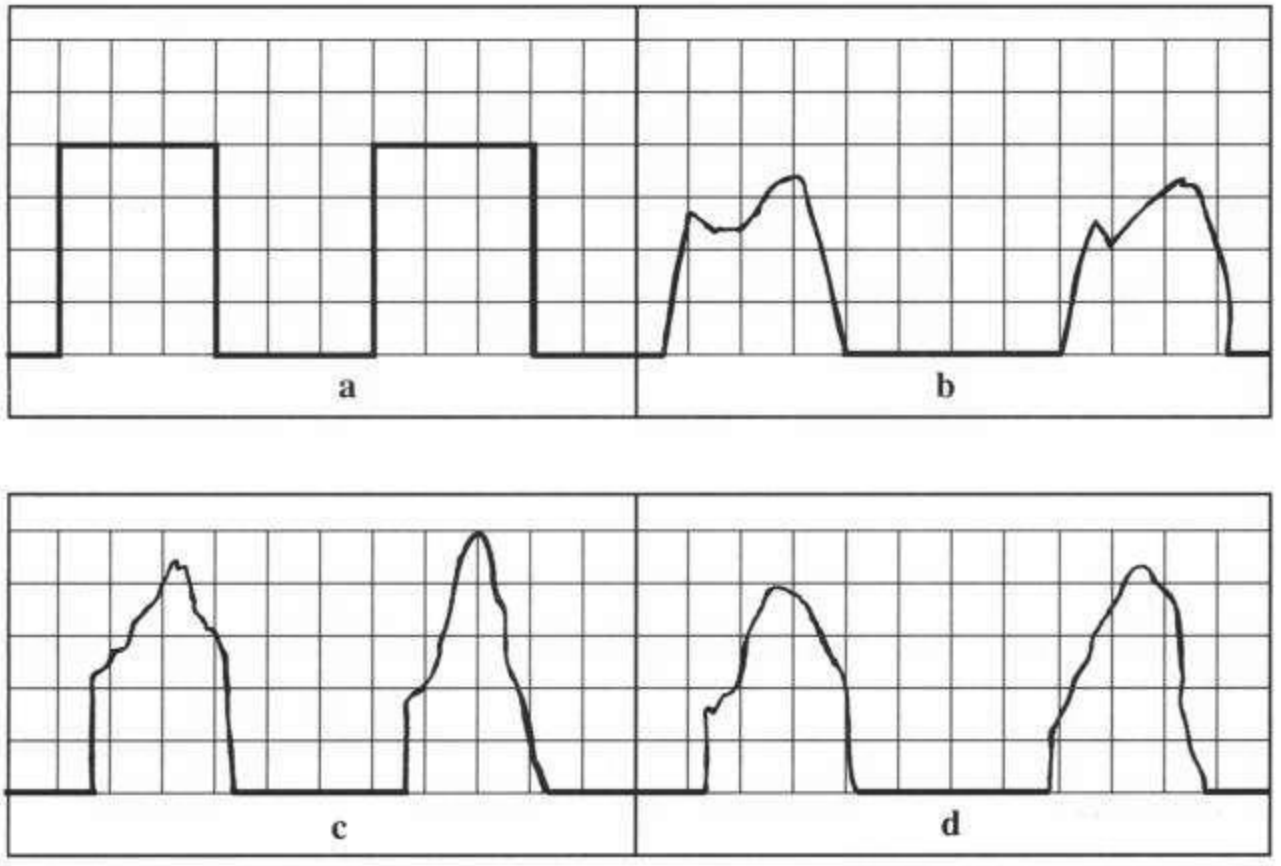
za, no sólo permite determinar la dinámica de la fuerza, sino también analizar su interrelación con la estructura de los movimientos y las peculiaridades del funcionamiento de los músculos (ilustr.141).

Durante el control de la fuerza-velocidad se utiliza el gradiente de fuerza, que se determina como relación de la fuerza máxima respecto al tiempo en que ésta se logra o como el tiempo necesario para alcanzar el nivel máximo de fuerza muscular (gradiente absoluto) u otro nivel de fuerza, por ejemplo el 50% o el 70% del nivel más alto (gradiente relativo). Los índices del gradiente absoluto destacan en los deportistas especializados en distintas modalidades deportivas (Kots, 1986; Hartmann y Tunnemann, 1988). Los deportistas que se especializan en las modalidades de fuerza-velocidad registran los mayores índices del gradiente absoluto de fuerza. Estos índices son altos en los velocistas, que se especializan en las modalidades cíclicas, en los patinadores, esquiadores de montaña y luchadores. Al mismo tiempo, los deportistas especializados en modalidades que requieren resistencia se distinguen por su bajo gradiente absoluto de fuerza. En lo que respecta al gradiente relativo de fuerza, la diferencia no es grande.

En la práctica deportiva la fuerza-velocidad con mayor frecuencia se mide con ayuda de métodos indirectos sencillos: por el tiempo en que el deportista ejecuta distintos movimientos con una resistencia determinada (por ejemplo, el 50%, el 75% o el 100% de la magnitud máxima), por la altura del detente vertical, etc. El control de la fuerza-velocidad con frecuencia se efectúa en conjunto con el registro de la rapidez y la manifestación de las posibilidades técnicas. Buen ejemplo de ello son los índices que reflejan la eficacia de la salida (tiempo desde la señal de salida hasta alcanzar la meta de 10 m en natación, de 30 m en la carrera, en remo, etc.); el tiempo en la ejecución de movimientos motores integrales que requieren elevadas cualidades de fuerza (lanzamientos en la lucha, etc.).

Durante el control de la preparación de fuerza con frecuencia es preciso valorar de manera diferenciada el nivel de desarrollo de la fuerza de salida e impulsiva como formas de revelación de la fuerza-velocidad.

La capacidad de desarrollar la fuerza con rapidez, por cuyo nivel se valora la fuerza-velocidad, se determina de la mejor manera con resistencias relativamente bajas: 30%-40% del nivel máximo de la fuerza. La duración del trabajo debe ser corta: hasta 50 m/seg, para garantizar determinadas capacidades de los músculos para desarrollar la fuerza con rapidez al comienzo del esfuerzo. Las pruebas para valorar la fuerza-velocidad deben basarse en cargas relativamente simples y de corta duración, que caracterizan la modalidad deportiva concreta: el golpeo en boxeo, las fases iniciales de los movimientos de trabajo de las manos en la natación o el remo, etc. La fuerza-velocidad se valora especialmente bien durante el trabajo en régimen isocinético con altas velocidades angulares de movimiento. De esta manera son demostrativas las magnitudes del gradiente relativo de fuerza: el tiempo necesario para alcanzar el 20, 30 y 40% del nivel máximo de la fuerza muscular. Por ello, para controlar la fuerza impulsiva hay que utilizar tests para los principales movimientos íntegros de distintas modalidades deportivas: arranque de la barra, proyección del maniquí en la lucha, movimientos que simulan el



Ilustr.141. *Curva ideal, desde el punto de vista teórico, del esfuerzo en la imitación de la brazada de mariposa (a) y valores individuales de una serie de deportistas de alto nivel (b, c, d). (Thornton y Flawel, 1980).*

impulso de remo en el banquillo biocinético, en natación, etc. La fuerza de impulso debe valorarse según el gradiente absoluto de fuerza.

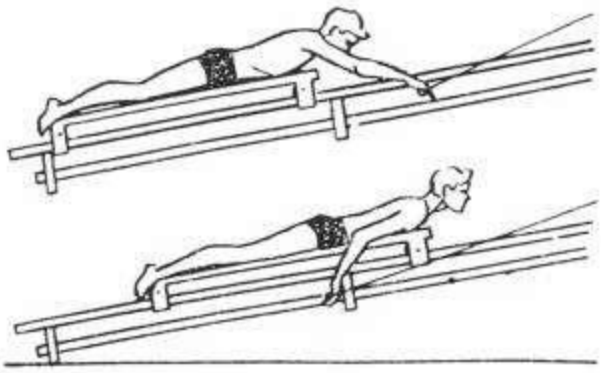
La fuerza-resistencia debe valorarse durante los movimientos simuladores, por su fuerza y peculiaridades de funcionamiento del aparato neuromuscular próximos a los ejercicios de competición, pero aumentando la parte correspondiente al componente de fuerza. Para los ciclistas, el trabajo en el cicloergómetro con distinta resistencia suplementaria en el pedaleo; para los corredores; la carrera con resistencia suplementaria en condiciones de laboratorio o en el estadio, por una ruta estándar cuesta arriba empinada; para los luchadores, los lanzamientos del maniquí en régimen determinado; para los púgiles, el trabajo con sacos.

Para mejorar la calidad del control de la fuerza-resistencia conviene utilizar conjuntos de máquinas diagnosticadoras especiales de fuerza para cada modalidad deportiva, que permiten controlar las cualidades de fuerza tomando en cuenta las peculiaridades de su manifestación en los entrenamientos y en las competiciones. Por ejemplo, para diagnosticar la fuerza-resistencia de los nadadores con frecuencia se utiliza el denominado banco biocinético (véase ilustr.141), que permite simular los impulsos con el funcionamiento de los músculos en régimen isocinético. Para valorar la fuerza-resistencia de los remeros con frecuencia se utilizan simuladores de muelles y palancas (véase ilustr.120) de resistencia variable conforme a las posibilidades reales de los músculos en distintas fases de la amplitud de los movimientos.

La fuerza-resistencia se valora por distintos métodos: (a) por la duración del trabajo estándar dado; (b) por el volumen total del trabajo realizado durante el cumplimiento del programa del test; (c) por la relación de la capacidad de trabajo al final de la tarea estipulada por el respectivo test y su nivel máximo.

Citaremos ejemplos relacionados con la aplicación de estos métodos en el control de la fuerza-resistencia de nadadores de alta clase. Fuera del agua se utiliza el siguiente test: el nadador simula impulsos en un aparato formado por una carretilla que se desliza por un plano inclinado (ilustr. 142).

El ritmo del movimiento es individual y corresponde al que el nadador desarrolla en la distancia



Ilustr.142. *Registro de la fuerza explosiva durante un trabajo en la máquina «de deslizamiento».*

de competición. El esfuerzo se elige de manera individual y constituye el 50-70% (según la longitud de la distancia de entrenamiento) del esfuerzo máximo accesible. La duración y la orientación de los movimientos se regula con guías y limitadores. La fuerza-resistencia se valora por el máximo número de repeticiones que el nadador puede realizar en cada prueba.

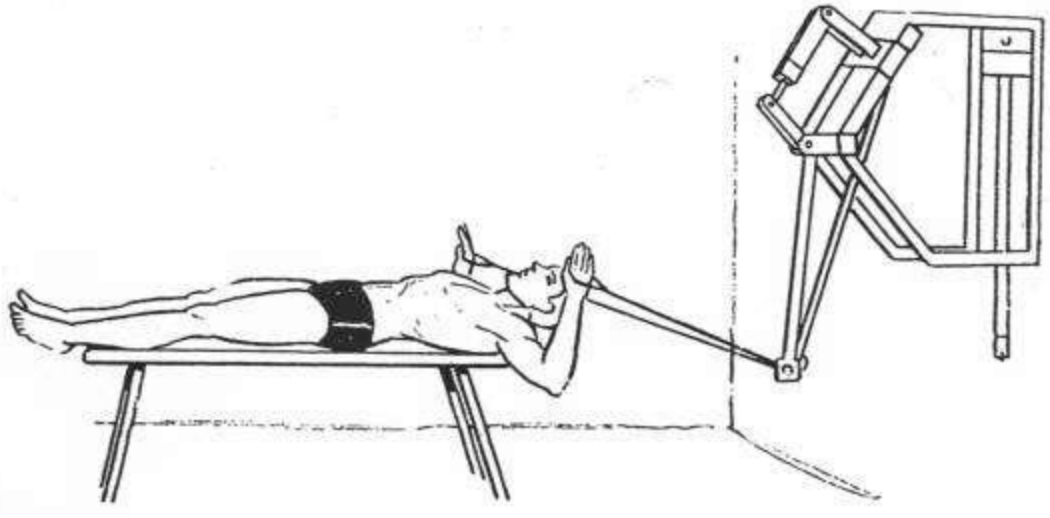
Entre los nadadores europeos de élite se utiliza mucho un test para la máquina de resortes y palancas (ilustr.143): el nadador se tumba sobre un banco inclinado especial y realiza el máximo número de movimientos que imitan los impulsos. La resistencia y la prolongación del trabajo dependen de la longitud de la distancia elegida (cuadro 27). Partiendo de los resultados del test, se determina el índice de la fuerza-resistencia (en unidades convencionales), que equivale al producto de la magnitud de la resistencia registrada en la máquina de musculación (en kg) por el número de movimientos.

Para valorar la fuerza-resistencia de los nadadores que se especializan en las distancias de 100 y 200 m se aplica un test que supone el trabajo en régimen isocinético: tumbado sobre el banco inclinado el nadador realiza movimientos simuladores a ritmo determinado (correspondientes al ritmo en la distancia) y con esfuerzos accesibles. El trabajo dura 1 ó 2 min. El ritmo de los movimientos se regula con un indicador luminoso o acústico y la dinámica de los esfuerzos se registra en el oscilógrafo. La fuerza-resistencia se valora por el índice de la relación del nivel de fuerza desarrollada durante la simulación de los últimos esfuerzos respecto al nivel registrado en los primeros movimientos (ilustr.144).

Para aumentar la precisión de las valoraciones, conviene registrar los datos medios de los cinco primeros y últimos movimientos. Con este test se puede controlar la dinámica de la capacidad de trabajo del nadador, lo que ofrece información suplementaria sobre el cansancio y los factores que limitan el nivel de la resistencia de fuerza.

Para valorar la fuerza-resistencia directamente durante la natación se recomiendan tres tests.

El primero consiste en nadar sin moverse del sitio (atado) durante 30-35 seg a intensidad máxima. La fuerza-resistencia se valora por la relación de la fuerza de tracción registrada en el segundo 30 de trabajo - F2 respecto a la fuerza máxima de



Ilustr.143. *Ejecución de ejercicios en la máquina de palancas y resortes Martens-Hüttel.*

Distancia	Duración del test	Resistencia (% del máx.)	Índice de la resistencia de fuerza					
			Hombres			Mujeres		
			Excelente	Bien	Satisfactorio	Excelente	Bien	Satisfactorio
100 m	1	70	1500	1300	1100	1400	1200	1000
200 m	3	60	3500	3200	2800	2600	2300	200
400 m	5	50	6500	5500	4800	5000	4200	3600
800 m	10	50	-	-	-	8000	7000	6000
1500 m	20	50	-	-	-	-	-	-

Cuadro 27. *Valoración de la fuerza-resistencia con ayuda de test especiales*

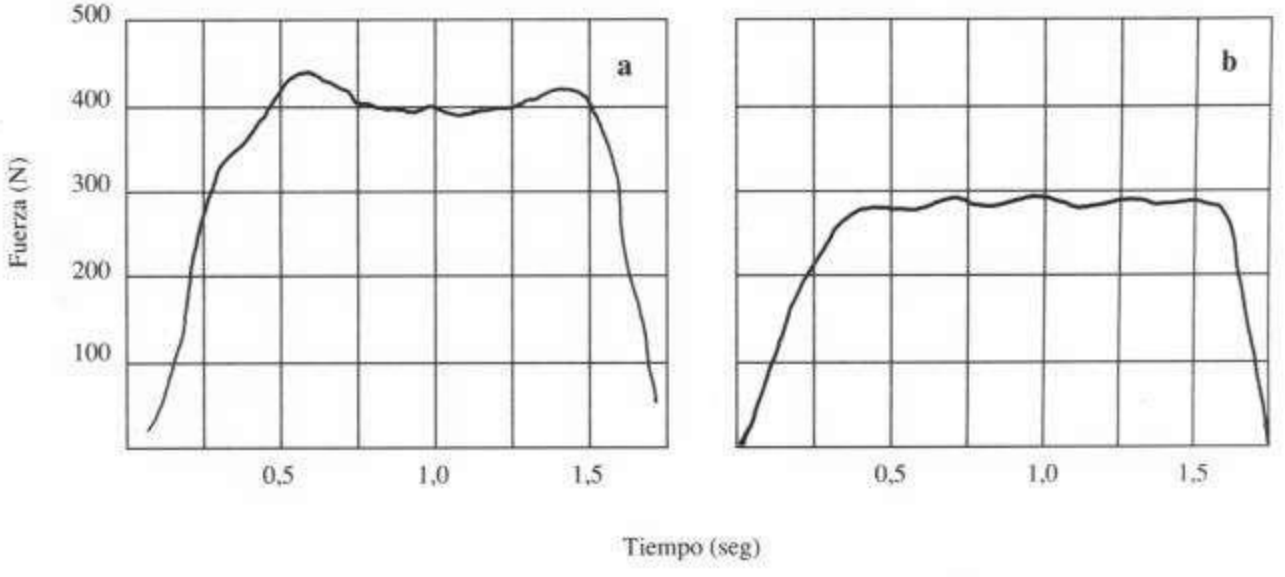
tracción - F1 (ilustr.145). Cuanto mayor es este índice tanto mayor es el nivel de la resistencia de fuerza.

El segundo test se diferencia del primero por el hecho de que el nadador no nada en el sitio (en ello consiste la ventaja del test) sino con una velocidad regulada por un dispositivo dinamográfico, que permite llevar al nadador con una velocidad convencional independientemente de los esfuerzos aplicados por él. En la piscina de 25 m la velocidad óptima equivale a 0,5 m/seg. El nadador cubre la distancia de 25 m (los primeros 5 m, necesarios para los movimientos preparatorios, no se toman en cuenta) en 40 seg. La fuerza-resistencia se registra de la misma manera que mediante el test anterior: se establece el índice de la relación de la fuerza de tracción desarrollada en los 5 seg últimos de trabajo respecto a la fuerza de tracción registrada en los 5 primeros seg.

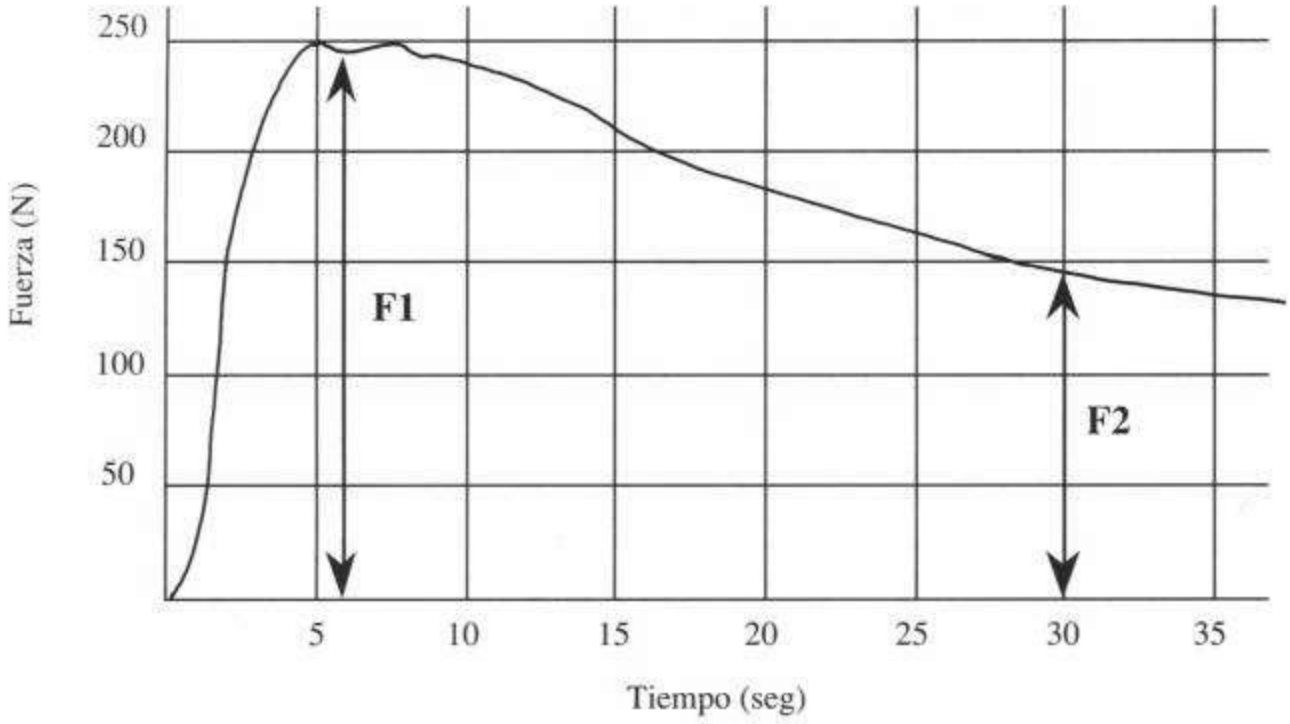
El tercer test se aplica en los mismos casos que el primero. La diferencia consiste en que durante la prueba el nadador no desarrolla la fuerza de tracción máxima accesible para él, sino el 50-70% de la fuerza máxima. La intensidad del trabajo se determina de manera individual, partiendo de la fuerza máxima de tracción que puede desarrollar un nadador concreto, y se regula con un dispositivo especial que emite señales luminosas y acústicas cuando la fuerza de tracción que desarrolla es un 5% mayor o menor que la programada.

La fuerza-resistencia se valora por el tiempo que el nadador puede mantener la fuerza de tracción programada.

Los tests citados para valorar la fuerza-resistencia de los nadadores reflejan los principios generales del enfoque que se da al control de esta cualidad, principios aceptables para cualquier



Ilustr.144. *Valoración de la fuerza-resistencia según los datos del test de los 30 seg a máxima intensidad.*



Ilustr.145. *Valoración de la fuerza-resistencia según los datos del test que consiste en nadar 30 segundos atado a máxima intensidad.*

modalidad deportiva. Cambian sólo el carácter de los movimientos, la magnitud de la resistencia, los bancos simuladores pronosticadores y la duración del trabajo estipulada por el programa del test.

El registro de distintos índices de carácter local, que reflejan el desarrollo de la fuerza de algunos grupos musculares, la eficacia de la actividad del aparato neuromuscular y sus posibilidades potenciales contribuye al análisis objetivo de la fuerza del deportista. Para ello se utilizan distintos índices pedagógicos, biomecánicos, fisiológicos, morfológicos y psicológicos especiales.

Analicemos algunos índices que con éxito se utilizan durante el control de la preparación de fuerza en distintas modalidades deportivas. Por ejemplo, en las modalidades coordinativas complejas (gimnasia artística, salto de trampolín, etc.) el control pedagógico de la preparación de fuerza puede incluir el registro de la fuerza máxima de los flexores y extensores del antebrazo, los músculos de la mano, los músculos motores de las manos, los músculos extensores de las piernas. La fuerza-resistencia especial se puede valorar registrando los siguientes índices: (a) el número máximo de levantamientos de pulso en ángulo, (b) el número máximo de levantamientos de las piernas suspendidos de la espaldera en ángulo recto. Para valorar la resistencia especial de velocidad se recomiendan los siguientes índices: (a) el tiempo de ascensión por la cuerda de 3 m para los flexores del antebrazo, (b) el tiempo necesario para realizar 5 flexiones con los pies hacia arriba para los extensores del antebrazo, (c) el tiempo en que se realizan 5 levantamientos de las piernas extendidas en posición colgada de la espaldera hasta formar un ángulo recto con el cuerpo, (d) la altura del detente vertical alzando y agitando los brazos –para los músculos de las piernas, (e) la altura del salto sobre un apoyo flexible– para los músculos de las piernas (Ivanov, 1987; Menjin, 1989). De esta manera no es difícil ver que esta enumeración de índices y las condiciones de su registro están estrictamente vinculadas a la manifestación de distintas formas de fuerza en las modalidades de compleja coordinación. Del mismo modo se eligen distintos conjuntos para valorar la fuerza en otras modalidades deportivas. Por ejemplo, para las modalidades de velocidad y fuerza conviene registrar los siguientes índices: (a) la distancia de vuelo del peso lanzado con las dos manos por detrás de la cabeza (m) -para los músculos de las manos, (b) la longitud del triple salto con 10 m de impulso (m)- para los músculos de las piernas, (c) la altura del detente vertical con ayuda de las manos (cm) - para los músculos de las piernas (Kreer y Popov, 1986).

Entre los índices biomecánicos que amplían las posibilidades de control en la preparación de fuerza de los deportistas podemos mencionar la

fuerza absoluta y relativa del salto desde el apoyo (tablado, trampolín, torre, hielo, etc.); el tiempo para lograr la magnitud máxima del esfuerzo (seg) durante el salto desde el apoyo – para las modalidades deportivas de compleja coordinación y una serie de modalidades de velocidad y fuerza: saltos, lanzamientos; la fuerza del golpeo a la pelota (fútbol, béisbol, voleibol, hockey sobre hierba) o la pala (hockey sobre hielo) y en boxeo.

Información útil para caracterizar la fuerza del deportista se puede obtener registrando el volumen de los músculos, la relación de fibras ST, FTa, FTb en los músculos principales para la modalidad deportiva concreta, el tono muscular en tensión, el tiempo latente de los músculos en respuesta a distintos estímulos, los potenciales biológicos de los músculos (EMG): amplitudes (m) y frecuencias.

CONTROL DE LA FLEXIBILIDAD

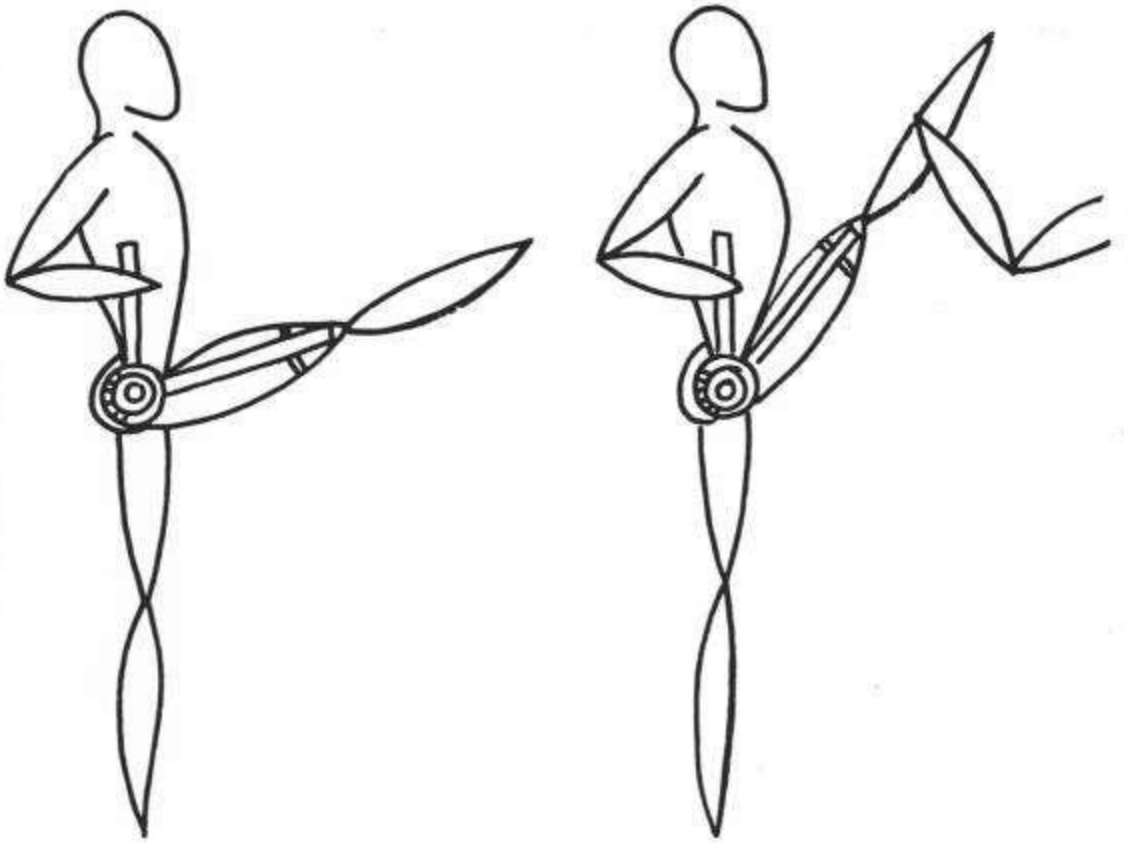
El control de la flexibilidad tiene por objeto manifestar la capacidad de los deportistas para realizar movimientos de gran amplitud.

El control de la flexibilidad activa se efectúa mediante la valoración cuantitativa de la capacidad de realizar ejercicios con gran amplitud a cuenta del funcionamiento de los músculos del esqueleto. La flexibilidad pasiva se caracteriza por la amplitud de los movimientos en la utilización de las fuerzas exteriores (ayuda del compañero, sobrecargas, máquinas selectorizadas, etc.). Los índices de la flexibilidad pasiva son siempre más elevados que los de flexibilidad activa (ilustr. 146).

La diferencia entre estas dos formas de flexibilidad refleja la magnitud de las posibilidades en el desarrollo de la flexibilidad activa.

Por cuanto la flexibilidad depende no sólo de las peculiaridades anatómicas de las articulaciones, sino también del estado del aparato muscular del deportista, durante el control se determina el déficit de flexibilidad activa (diferencia entre las magnitudes de la flexibilidad activa y pasiva en medidas angulares o lineales).

Para determinar la movilidad en las articulaciones se utilizan mediciones angulares. Durante las mediciones lineales en los resultados del control pueden influir las peculiaridades del deportista, por ejemplo, la longitud de las manos o la



Ilustr.146. *Diferencias entre la flexibilidad activa (A) y la flexibilidad pasiva (B).*

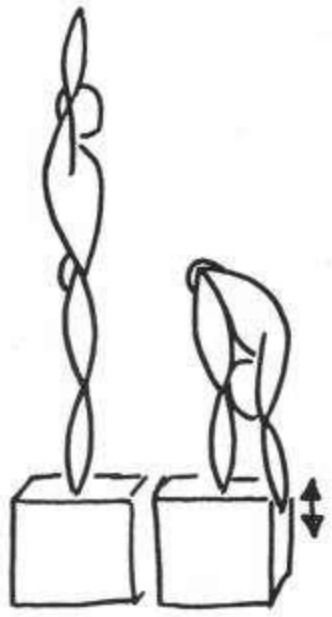
anchura de los hombros, que influyen en las mediciones durante las flexiones de tronco hacia adelante y las circunducciones de brazos con la pica. Por esto siempre que es posible hay que tomar medidas para eliminar esta influencia. Por ejemplo, durante las circunducciones de brazos con la pica se debe determinar el índice de flexibilidad: relación de la amplitud de la presa (cm) respecto a la anchura de los hombros (cm). Sin embargo, esto se necesita sólo para comparar la flexibilidad de deportistas con distintas características morfológicas.

La amplitud máxima de los movimientos del deportista se puede medir por distintos métodos: goniométrico, óptico, radiográfico, etc. El método goniométrico estipula la utilización del medidor de ángulos mecánico o eléctrico, a una de cuyas patas se fija un transportador o potenciómetro. Durante la medición de la amplitud del movimiento las patas del goniómetro se fijan en los ejes longitudinales de los segmentos que forman la articulación. Los métodos ópticos modernos están relacionados con el registro video de los movimientos del deportista, en cuyas articulaciones se fijan marcadores. El procesamiento de los resultados del cambio de posición permite determinar la amplitud de los movimientos. El método radiográfico se puede utilizar cuando hay que determinar la amplitud anatómicamente admisible de los movimientos.

Cabe recordar que no se puede valorar objetivamente la flexibilidad por la movilidad en distintas articulaciones, por cuanto la alta movilidad en una de las articulaciones puede ir acompañada de la movilidad media o baja en otras. Por ello, para el control completo de la flexibilidad, es indispensable determinar la amplitud de los movimientos en distintas articulaciones (Sermeev, 1970; Pehtl, 1971).

Mencionaremos los métodos principales que se utilizan para valorar la flexibilidad en distintas articulaciones.

Movilidad en las articulaciones de la columna vertebral. Comúnmente ésta se determina por el grado de flexión de tronco hacia adelante. El deportista se sube a un banco y se inclina lo más posible hacia adelante sin doblar las rodillas. La movilidad en las articulaciones se valora por la distancia entre el borde del banco y los dedos medios de las manos (cm): si los dedos no alcanzan el borde del banco la movilidad se considera baja; cuanto más pasan del borde del banco tanto mayor es la movilidad en las articulaciones de la columna vertebral (ilustr.147).



Ilustr.147. *Determinación de la movilidad en una flexión del tronco desde la posición de pie.*

Sobre la movilidad de la columna vertebral durante los movimientos laterales se juzga por la distancia entre el suelo y el dedo medio de la mano en posición inclinada del deportista hacia el lado.

Para determinar la movilidad durante los movimientos extensores de la espina dorsal el deportista se inclina hacia atrás lo más posible con los pies separados a la anchura de los hombros. Se mide la distancia entre la sexta vértebra cervical y la tercera vértebra dorsal.

Se puede aplicar otro método para determinar la movilidad durante la flexión del cuerpo hacia adelante (ilustr.148). El deportista se sienta en el banco con las piernas extendidas sin separarlas. El

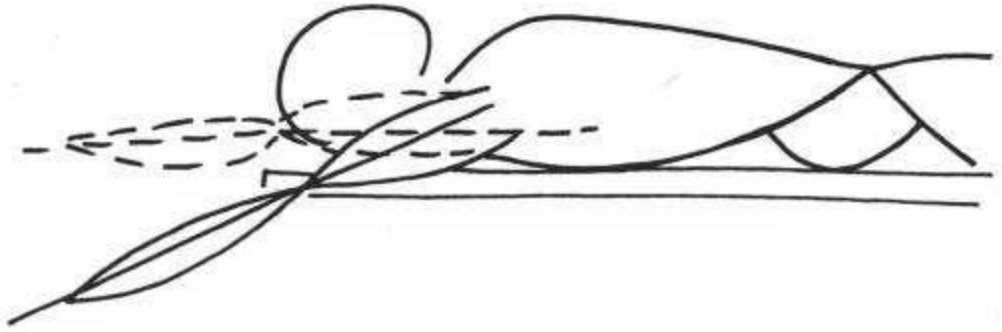
Ilustr.148. *Determinación de la movilidad en una flexión de tronco hacia adelante, en posición sentada en un banco sueco. A: buena movilidad articular; B: movilidad insuficiente.*

cuerpo y la cabeza se inclinan enérgicamente hacia adelante para abajo. Con ayuda del goniómetro se mide el ángulo entre el plano vertical y la línea que une la cresta ilíaca de la pelvis con la apófisis de la séptima y última vértebra de la espina dorsal. La movilidad se considera buena cuando la cabeza del deportista toca las rodillas (no menos de 150° de ángulo); si la mano llega hasta las articulaciones de los pies (no menos de 120° de ángulo), la movilidad se considera insuficiente.

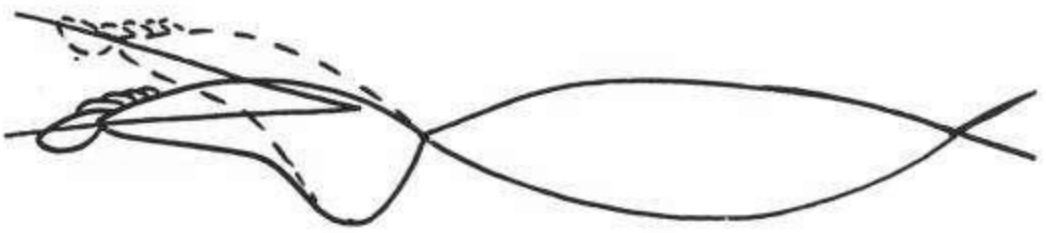
Movilidad en la articulación escapulo-humeral. El deportista se sienta en el suelo, endereza la espalda y estira las piernas (apretadas contra el suelo en la parte de las corvas), con las manos extendidas hacia adelante a la altura de los hombros y las palmas para adentro. Otro deportista, de pie tras la espalda del primero, se inclina hacia él, toma sus manos y las separa hacia atrás en el plano horizontal. El primero no debe doblar la espalda y cambiar la posición de las manos. Si sus manos se acercan hasta una distancia de 15 cm sin gran esfuerzo por parte del auxiliar, esto significa que el deportista posee una movilidad media; si las manos se tocan o se cruzan, la movilidad supera la magnitud media.

En otra de las formas de valorar la movilidad en la articulación escapulo-humeral el deportista se tumba de espaldas sobre un banco con la cabeza en el borde el mismo y las manos unidas por detrás de la cabeza (de manera pasiva, bajo su propio peso). Se mide el ángulo entre el eje longitudinal del hombro y el plano horizontal (ilustr.149). Cuando la movilidad es buena, los codos bajan del plano horizontal en 10-20°; cuando es mala las manos se ubican horizontalmente o por encima del plano del banco.

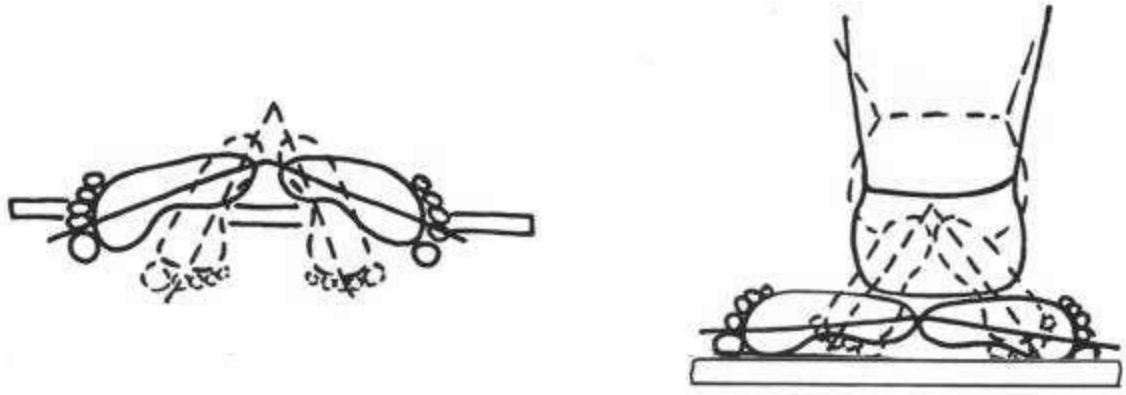
Movilidad en la articulación del tobillo. Para determinar la movilidad en la extensión del pie el deportista se sienta en el banco con las piernas juntas y extendidas, después de lo cual extiende el pie lo más posible. Si el pie forma línea recta con la pierna (180°) la movilidad se considera superior a la media. Cuanto menor es este ángulo peor es la movilidad en la articulación del tobillo. La movilidad se considera baja cuando el ángulo entre el eje longitudinal de la tibia y el eje del pie es menor de 160° (ilustr.150).



Ilustr.149. *Medición de la movilidad del hombro. A: buena; B: insuficiente.*



Ilustr.150. *Medición de la movilidad en la articulación del tobillo. A: buena; B: insuficiente.*



Ilustr.151. *Cambio de la movilidad durante la rotación externa de las rodillas (1) y coxales (2). A: buena, B: insuficiente.*

Para los deportistas de una serie de modalidades (braza en natación, guardameta de hockey sobre hielo, lucha libre, etc.) tiene mucha importancia la rotación externa en las articulaciones de las rodillas y coxales (ilustr.151).

Durante la rotación en las rodillas el deportista se apoya sobre éstas con los talones juntos. Al separar los pies doblados se sienta sobre los talones. Se mide el ángulo de la rotación pasiva, esto es, entre los ejes de las plantas de los pies (la línea del centro del talón y el segundo dedo). La movilidad se considera buena cuando este ángulo constituye 150° y más (visualmente los talones se hallan a una altura de no más de 3 cm del suelo); insuficiente cuando el ángulo entre los ejes de las plantas de los pies visualmente es menor que el ángulo recto, esto es, menos de 90°. Durante la rotación en las articulaciones coxales el deportista se tumba sobre el banco con las piernas juntas extendidas y los pies relajados y separados lo más posible hacia afuera. Se mide el ángulo de la rotación activa entre los ejes de las plantas de los pies.

La movilidad se considera buena con un ángulo de 120° y más (visualmente el segundo dedo se halla al nivel de la parte inferior del talón); mala con un ángulo de 90° y menos (visualmente el ángulo entre los pies es menor que el ángulo recto) (Saiguin y Yagomiagui, 1983).

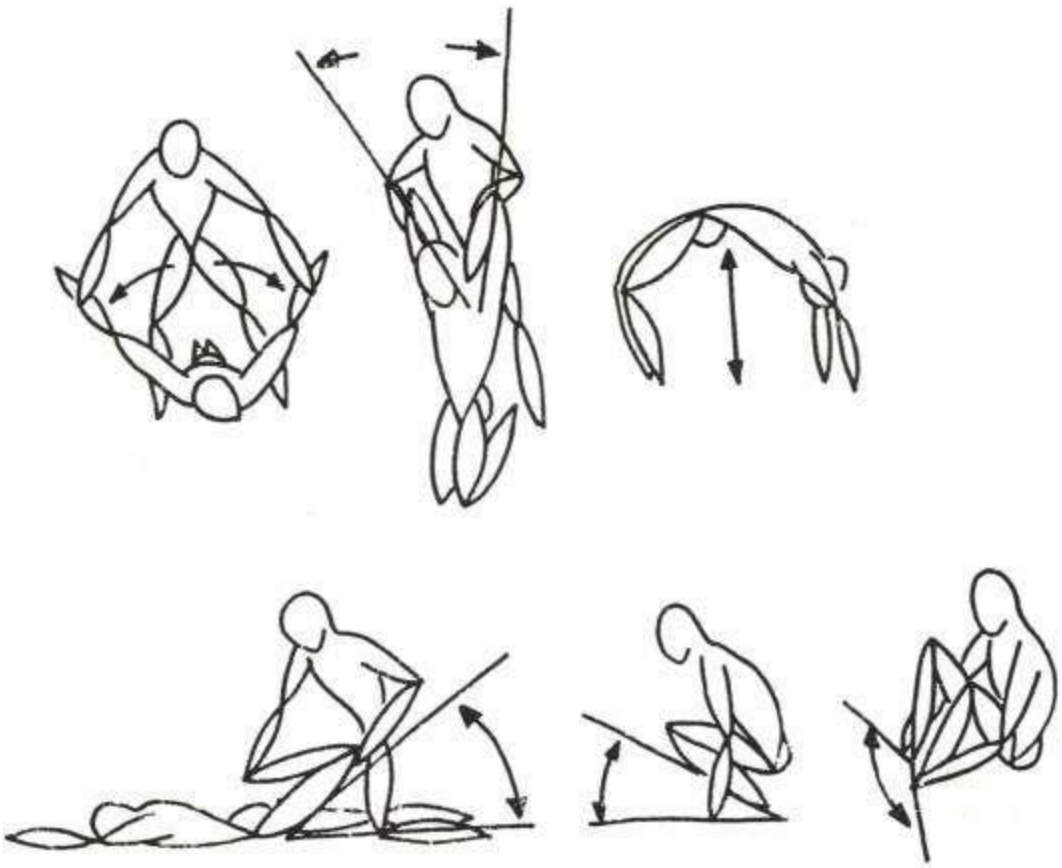
La movilidad en las articulaciones también se puede valorar durante la realización de ejercicios orientados a desarrollar la flexibilidad. Estos ejercicios pueden tener un carácter básico o especial. Durante los ejercicios básicos hay que utilizar movimientos (flexiones, extensiones, rotaciones) que requieren elevada movilidad en las articulaciones. Los ejercicios deben ser variados con el fin de valorar plurilateralmente tanto la flexibilidad activa como pasiva. Sin embargo, los ejercicios tienen mucha importancia para valorar la flexibilidad especial tomando en cuenta la estrecha relación entre la movilidad en las articulaciones, la eficacia de la técnica deportiva, la capacidad de realizar la fuerza, las cualidades de velocidad y la coordinación de la resistencia (Platonov, 1980; Monzhi, 1983). Por ejemplo, algunos de los ejercicios que se utilizan durante la valoración de la movilidad articular de los nadadores se muestran en la ilustración 152.

El carácter especial de cada modalidad deportiva dicta las demandas para elegir los ejercicios especiales. Por ejemplo, para la gimnasia artística y rítmica, la acrobacia, los saltos de trampolín pueden ser eficaces los siguientes índices de movilidad registrados durante la realización de ejercicios especiales:

1. el ángulo de inclinación hacia adelante en posición sentada;
2. el ángulo de la pierna alzada hacia adelante y hacia el lado;
3. la distancia desde la mano hasta el talón del pie de apoyo durante la realización del puente sobre una pierna con la otra levantada hacia adelante.

Durante el control de la flexibilidad hay que tomar en cuenta que distintas modalidades deportivas y hasta distintas disciplinas de una misma modalidad presentan distintas demandas respecto a la movilidad de las distintas articulaciones.

Por ejemplo, los datos del cuadro 28 reflejan las demandas que distintas modalidades deportivas presentan respecto a la movilidad en las articulaciones.



Ilustr.152. *Valoración de la movilidad articular durante la ejecución de distintos ejercicios.*

Movilidad en las articulaciones

Modalidad deportiva	Modalidad giratoria del cinturón braquial	Flexión en la articulación de pantorrilla	Inclinación del cuerpo adelante	Rotación hacia fuera en las articulaciones de rodilla y fémur
1. Natación:				
Crol	5	5	3	1
Espalda	5	5	3	1
Mariposa	5	5	3	1
Braza	5	3	1	5
Combinada	5	5	3	4
2. Lucha libre	5	5	5	5
3. Fútbol	2	5	5	5
4. Remo	5	2	5	0
5. Carrera	2	5	2	3
6. Lanzamiento	5	5	5	5

Cuadro 28. *Demandas respecto a la movilidad en distintas articulaciones, en puntos por el sistema de diez puntos según la modalidad*

CONTROL DE LAS POSIBILIDADES DE VELOCIDAD

El control de las capacidades de velocidad se puede efectuar en condiciones no específicas y específicas. Los test no específicos sirven para controlar capacidades elementales de velocidad tales como el período oculto de la reacción motora simple, la rapidez de cada movimiento simple aislado y la frecuencia de los movimientos motores que caracterizan la modalidad deportiva (Golik, 1980; Platonov, 1980). Por ejemplo, para valorar la reacción selectiva se ofrece elegir una de varias variantes táctico-técnicas del arsenal de medio de distintas modalidades. Ello es lógico puesto que con la complicación del funcionamiento del aparato locomotor, su resultatividad se determina cada vez más por el conjunto de factores, entre los cuales, a la par con el potencial funcional del sistema neuromuscular, figuran el arsenal táctico-técnico del deportista y sus posibilidades psíquicas (Latishkevich y Turchin, 1988; Golik, 1988).

Durante el control de las capacidades de velocidad hay que tener en cuenta que los índices no típicos para unas modalidades deportivas pueden ser típicos para otras. Por ejemplo, la extensión del antebrazo en el codo se puede utilizar como índice típico para valorar las cualidades de velocidad de los deportistas que se especializan en distintas modalidades. Al mismo tiempo, para quienes practican tenis de mesa, la extensión en el codo constituye un ejercicio especial, que caracteriza la capacidad de realizar golpes con rapidez (Ivanov, 1987).

El índice más informativo de la rapidez de distintos movimientos es el tiempo en que se realizan los movimientos o ejercicios especiales. Por ejemplo, el tiempo del golpeo al balón en fútbol, del lanzamiento en baloncesto, etc.; el tiempo en que se realiza el movimiento final de la mano en el lanzamiento de jabalina, el tocado en esgrima, el golpe en boxeo, etc.; el tiempo del componente motor de la reacción de salida (en velocidad: el tiempo desde la separación de las manos del suelo en la posición de salida en los tacos; en natación: el tiempo desde la señal de salida hasta el momento en que los pies se separan de la plataforma de salida, etc.).

El control de la frecuencia de los movimientos consiste en revelar la cantidad de movimientos por unidad de tiempo. En este caso los más informativos son los índices especiales registrados en condiciones próximas a las competiciones.

Para llevar a cabo el control y la selección de los índices para valorar la velocidad hay que tener en cuenta los siguientes principios generales:

1. Los índices de la reacción motora simple no específica a distintos estímulos (luminosos, acústicos, táctiles), que se registran en condiciones desiguales (reacción con distintas partes del cuerpo, en distintas posiciones iniciales) son equivalentes. Los deportistas que muestran resultados más elevados en una situación son más rápidos en todas las demás situaciones.

2. Los índices de la reacción simple específica están poco relacionados entre sí, si tenemos en cuenta que el grado de asimilación de los movimientos que siguen al período latente de la reacción influye considerablemente en el tiempo total de la misma (el velocista puede ser lento en la salida de la carrera de patinaje de velocidad, etc.).

3. La ausencia de dependencia entre los índices del tiempo de la reacción simple y compleja, y las formas elementales y complejas en que se manifiesta la velocidad (Bondarchuk, 1986; Ozolin y Yagodin, 1982).

Al controlar las formas complejas en la manifestación de las cualidades de velocidad, los programas de los tests deben vincularse orgánicamente con los regímenes del trabajo rápido que se utilizan en los tests especiales: acíclico, aceleración de salida, test de distancia (Verjoshanski, 1988). Al mismo tiempo, cabe señalar que en los componentes más importantes de los entrenamientos y las competiciones estos regímenes, por regla general, no se manifiestan en forma pura sino que se dan en estrecha interacción. Por ejemplo, en el fútbol, balonmano y otros juegos deportivos, los movimientos motores de velocidad pueden basarse tanto en la utilización de uno de los regímenes como en la combinación de dos o tres regímenes; en algunas modalidades de lanzamiento atlético se manifiestan en combinación con la aceleración de salida; en la natación –la aceleración acíclica (salida, viraje) y de distancia; en el remo– la aceleración de salida y de distancia, etc. Todo esto, naturalmente, debe tomarse en cuenta al elaborar programas de distintos tests para valorar las cualidades de velocidad.

Al elegir los programas de las pruebas relacionadas con el control de las posibilidades de velocidad en condiciones de complejas reacciones y reacciones de anticipación, hay que ofrecer la información que el deportista debe procesar durante la respuesta, así como la complejidad técnico-táctica de las acciones motoras necesarias para reaccionar. El escaso volumen de información simplifica la tarea e impide valorar la capacidad de reacción en las situaciones complejas de los entrenamientos y las competiciones. Por el contrario, la información excesiva y la elevada complejidad

de las tareas motoras coloca al deportista en condiciones tales que impiden valorar realmente las posibilidades de velocidad debido al carácter totalmente irreal de la tarea planteada (Alijanov, 1986; Dajnovski y Leschenko, 1989).

Al planificar el control de las posibilidades de velocidad, tanto respecto a los test como a la metodología de su utilización, hay que tener presente que el deportista debe hallarse en buena forma y no debe mostrar señales de cansancio durante las pruebas (Degtiariov, 1979; Platonov y Fesenko, 1990). El tiempo necesario para realizar un trabajo de máxima intensidad no suele rebasar los 15-20 seg. De ello hay que partir para elegir adecuadamente los ejercicios especiales de control.

En las modalidades deportivas de carácter cíclico se determina la velocidad máxima que el deportista desarrolla en un tramo corto de la distancia. Esta velocidad se considera absoluta y constituye un índice generalizador de las posibilidades de velocidad (cuadro 29). La velocidad absoluta se puede valorar por la distancia que el atleta cubre en un tiempo determinado (por regla general, 10 seg).

El control de las formas complejas en que se manifiestan las posibilidades de velocidad debe vincularse orgánicamente con la composición de las acciones motoras que caracterizan la preparación especial y las competiciones en la modalidad concreta. Pero incluso respecto a las formas simples de la velocidad hay que orientarse según los índices adecuados para la modalidad. Por ejemplo, la valoración del tiempo de la reacción simple y la reacción selectiva se utiliza bastante en los juegos deportivos y en lucha, en las modalidades que requieren compleja coordinación de los movimientos. La rapidez de distintos movimientos es especialmente informativa en boxeo, esgrima, lanzamientos y halterofilia. La frecuencia de los movimientos constituye un índice muy importante de las posibilidades de velocidad en el sprint, en la carrera ciclista de velocidad y en la carrera de 1 km en pista.

Citaremos una serie de índices concretos, que se utilizan para valorar las capacidades de velocidad en deportistas que se especializan en distintas modalidades deportivas:

– tiempo (seg) de la reacción a la señal de salida (desde el momento de la señal hasta la separación de la plataforma de salida);

– aceleración lineal (en el plano horizontal) del cuerpo y sus segmentos (m/seg);

– tiempo (seg) en que se cubre la distancia desde la salida;

– tiempo (seg) en que se cubre un tramo fijado (30, 50, 100 m) desde la salida;

– frecuencia (ritmo) de los movimientos de carrera;

– número de zancadas en la distancia fijada (50, 100 m);

– tiempo (seg) necesario para cumplir el número fijado de ciclos de carrera (10, 20) en la prueba.

Entre los índices principales para valorar las posibilidades de velocidad cabe señalar:

– el tiempo (seg) desde la señal de salida hasta los primeros movimientos preparatorios;

– el tiempo (seg) desde los primeros movimientos preparatorios en la salida hasta la separación de los pies de los tacos de salida;

– el tiempo (seg) en que se cubren los primeros 5 m de la distancia, que muestran la eficacia del vuelo del cuerpo, la entrada en el agua y el deslizamiento;

– el tiempo (seg) en que se cubren los segundos 5 m de la distancia, que muestran la eficacia del paso del deslizamiento a los primeros movimientos de natación;

– la velocidad máxima de natación (m/seg); el ritmo de los movimientos (min), la velocidad del movimiento de la mano en la parte principal del impulso durante la natación a velocidad máxima (m/seg). Estos índices se pueden complementar con otros que contribuyen a diferenciar la velocidad de acuerdo con las exigencias de distintos tramos de la distancia. Comúnmente se analizan para ello los resultados en la distancia de 100 m

Modalidad deportiva	Distancia (m)	Tiempo de trabajo (seg)
Carrera (atletismo)	30 - 100	Hasta 11 - 12
Remo	10 - 150	Hasta 18 - 22
Natación	15 - 25	Hasta 15 - 16
Ciclismo	50 - 100	Hasta 8 - 12
Patinaje	9 - 100	Hasta 10 - 12

Cuadro 29. *Test para evaluar la velocidad absoluta*

en condiciones naturales de competición o en la distancia de 75 m con un test organizado especialmente. La distancia se subdivide en varios tramos y en cada uno de ellos se registran las cualidades de velocidad del nadador. Por regla general, se destacan los 10 m primeros, los 5 m del tramo de transición de la salida a la distancia (11-15 m), el tramo de 30 m de natación en condiciones fijas (16-45 m), el tramo de 3 m. ante la llegada al viraje (46-48 m) y el tramo de 9 m del viraje (29-57 m).

Los índices de las capacidades de velocidad de los nadadores de élite –participantes de campeonatos de Europa, mundiales y de los Juegos Olímpicos– muestran que los éxitos en las competiciones dependen en igual medida de la actuación en la salida, la eficacia del viraje y la velocidad en la distancia. Por ejemplo, muchos nadadores famosos, que en los Juegos Olímpicos y en los campeonatos mundiales registraron máximos índices de velocidad en la distancia, no llegaron a ser campeones u ocupar un lugar correspondiente a la velocidad por ellos desarrollada en la distancia debido a los defectos en la salida o el viraje. Al mismo tiempo otros deportistas, que eran considerablemente inferiores a sus rivales en la velocidad de la distancia, establecieron elevadas marcas a cuenta de una salida o un viraje eficaces, desarrollando una velocidad relativamente baja en la distancia, en comparación con sus principales competidores.

Las cualidades de velocidad del nadador en los distintos tramos de la distancia pueden evaluarse por el tiempo en que supera estos tramos o por la diferencia entre el nivel de la velocidad en la distancia y la velocidad en los tramos de salida y viraje.

Los modernos aparatos diagnosticadores permiten valorar las cualidades de velocidad de manera más diferenciada. Por ejemplo, al valorar la eficacia de la salida, se registran el tiempo de reacción a la señal de salida, el tiempo y la fuerza del salto, el tiempo y la distancia del vuelo y el tiempo en que se cubren los 5, 7 y 10 m de la distancia. Al controlar la eficacia del viraje se registra el tiempo en que se supera el tramo de 2 m y el tramo antes de alcanzar el tablero de viraje, el tiempo y la fuerza de impulso y el tiempo en que se cubren los 7 m posteriores al impulso del viraje. De la misma manera se valoran las cualidades de velocidad de los deportistas especializados en otras modalidades cíclicas: remo, patinaje, ciclismo, etc.

Cada grupo de modalidades deportivas introduce sus peculiaridades en el sistema de control de las cualidades de velocidad, sin modificar las demandas generales respecto a la metodología y la organización de las investigaciones. Por ejemplo, en las modalidades de velocidad y fuerza en primer orden se registran la velocidad de despegue en los saltos (m/seg) y la velocidad inicial de vuelo del peso, disco o martillo (m/seg). En la lucha, el tiempo (seg) en que se cumplen distintos elementos: los golpes en el boxeo, los lanzamientos en la lucha, etc., el número de distintos elementos por unidad de tiempo (hasta 10-15 seg), por ejemplo, de lanzamientos del maniquí en 10 seg; la cantidad de golpes directos y laterales contra el saco en 15 seg según un programa dado, en el boxeo, etc.

El control de las posibilidades de velocidad sería incompleto si a la par con las complejas manifestaciones de velocidad no se utilizaran índices locales, que reflejan las posibilidades del aparato neuromuscular. En particular, durante el control de deportistas de élite comúnmente se valora:

– el potencial biológico de los músculos con el registro de la amplitud (mV) y la frecuencia (Hz);

– el tiempo latente de la tensión (TLT) y el tiempo latente del debilitamiento (TLD) de los músculos en respuesta a la señal dada (mseg);

– la frecuencia máxima de los movimientos (Tapping-test) y la cantidad de movimientos en 10 seg;

– los parámetros del tremor fisiológico, registrando la amplitud (mcM) y la frecuencia (Hz);

– los potenciales biológicos del cerebro: amplitud (mcM), frecuencia (Hz).

Para determinar el potencial de velocidad del deportista es muy importante controlar la composición de las fibras ST, FTa y FTb en la estructura del tejido de los músculos que asumen la carga principal en cada modalidad deportiva, por cuanto las fibras que se contraen con rapidez poseen capacidades de contracción dos y tres veces más altas que las fibras que se contraen lentamente (Yakovlev, 1960, 1981; Shekmann et al., 1991). Esto es importante, sobre todo, para las modalidades en que las capacidades de velocidad se manifiestan con la movilización de grandes masas de músculos y altos índices de fuerza, lo que está relacionado con la necesidad de desarrollar una gran potencia de trabajo.

De esta manera, al valorar las posibilidades de velocidad hay que orientarse a los índices que permiten valorar completamente el nivel de desarrollo de la cualidad.

Los tests de la preparación de los deportistas forman parte orgánica del entrenamiento y permiten, no sólo obtener datos sobre el estado de los

mismos, sino que constituyen un factor eficaz para elevar las posibilidades funcionales y la preparación psíquica.

El conocimiento del programa de los tests, la metodología de los resultados, etc., contribuye a desarrollar una actitud consciente y creadora respecto al trabajo e inculca hábitos de control. Sobre el nivel de desarrollo de esta cualidad se puede juzgar por los índices de la economicidad en el trabajo durante el cumplimiento de distintas tareas y por el grado en que los resultados de la realización de ejercicios complejos corresponden a la tarea en el aspecto coordinador, etc.

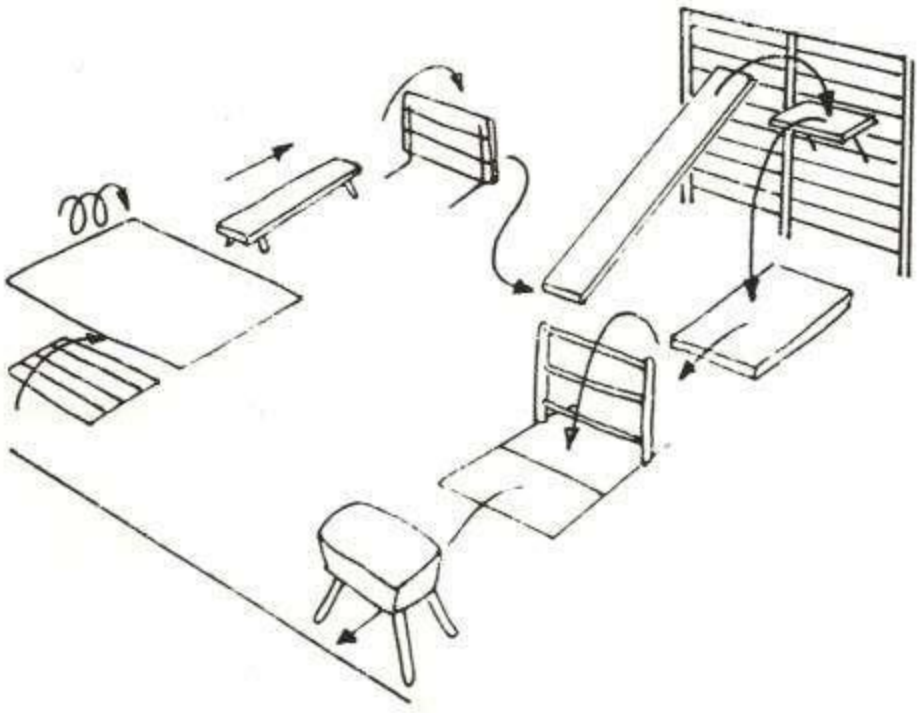
La valoración íntegra de las cualidades coordinativas se puede efectuar por el ritmo necesario para dominar complejos movimientos motores; por el momento en que la situación preparatoria o competidora cambia hasta el comienzo del movimiento motor resultante; por el grado de la resultatividad y la composición racional de las acciones motoras durante el cumplimiento de tareas complejas desde el punto de vista coordinador (por ejemplo, en los juegos deportivos o en lucha).

Las cualidades coordinativas con frecuencia se valoran mediante el cumplimiento de un conjunto dosificado de ejercicios variados de manera estrictamente consecutiva. El tiempo que los deportistas invierten en la realización de todas las acciones motoras sirve de medida de las cualidades coordinativas por cuanto refleja la rapidez, la racionalidad y la consecutividad de estas acciones, el sentido del tiempo, el grado de orientación en situaciones complejas, la capacidad de controlar las características dinámicas y cinemáticas de los movimientos, de mantener un equilibrio estable, etc.

En la ilustración se muestra de manera esquemática el principio de la organización de programas complejos para las acciones motoras, que presentan altas demandas respecto a distintas cualidades coordinativas. Por el tiempo en que se cumple la tarea, que en estos programas depende de la coordinación de los deportistas, se valoran las cualidades coordinativas íntegras. Estos programas son eficaces en la valoración del nivel básico de las cualidades coordinativas como consecuencia de la labor preparatoria general.

Durante la valoración íntegra de las cualidades coordinativas especiales la realización de este principio estipula elaborar un programa de acciones motoras especiales de elevada complejidad coordinadora (ilustr.153).

Programas análogos para valorar las cualidades coordinativas de deportistas que se especializan en



Ilustr.153. *Programa de acciones motoras para una evaluación compleja del nivel básico de coordinación.*

distintas modalidades pueden elaborarse a base de programas complejos encauzados a desarrollar la coordinación.

Es posible elaborar programas para la valoración íntegra de las cualidades coordinativas para todas las modalidades deportivas y deben basarse en los ejercicios más complejos, desde el punto de vista coordinativo, que se practican durante la preparación física especial de los deportistas.

Pasemos al análisis de la metodología de control de distintas cualidades coordinativas. Es lógico que las pruebas recomendadas estén relacionadas con el papel prioritario que la concreta de cualidades coordinativas desempeña en el conjunto de factores que determinan el resultado de la actividad concreta.

La metodología de control de la capacidad de valorar y regular los parámetros dinámicos, de espacio y tiempo de los movimientos, debe basarse en pruebas, cuyos programas presentan demandas elevadas respecto a la actividad de los analizadores en lo que respecta a la precisión de estos parámetros. Es natural que los movimientos especiales desempeñen un papel prioritario en el deporte de élite, cuya realización ayuda a valorar el sentido del ritmo, del tiempo, la magnitud de los esfuerzos aplicados y las características de espacio de estos movimientos. Los tests deben tener un carácter estrictamente selectivo y hacer hincapié en la relación del ritmo de los movimientos, el tiempo en que se realizan los movimientos motores, la precisión de los mismos, la magnitud de los esfuerzos aplicados, etc. Las pruebas de control se pueden complicar limitando o excluyendo el control visual o auditivo de las acciones motoras.

Para controlar la capacidad de mantener la estabilidad de la posición (equilibrio) deben utilizarse índices que permitan valorar la duración del equilibrio durante la ejecución de distintas tareas. En particular hay que registrar:

– el tiempo que se mantiene el equilibrio sobre una pierna, con distintas posiciones del cuerpo y la pierna libre, y movimientos de las manos;

– el tiempo que se mantiene el equilibrio en vertical sobre una o dos manos con distinta posición de las piernas y la mano libre;

– el tiempo que se mantiene el equilibrio de pie o avanzando con distinta velocidad sobre un apoyo limitado (viga, cable, etc.).

Para controlar la estabilidad del equilibrio hay que utilizar índices que reflejan las peculiaridades de la manifestación de esta cualidad durante los entrenamientos. Por ejemplo, en gimnasia artística, rítmica y acrobacia se pueden recomendar los siguientes parámetros:

– tiempo (seg) del equilibrio después del salto hacia arriba, media vuelta en equilibrio vertical sobre la punta de un pie y el otro para atrás;

– tiempo (seg) del equilibrio sobre la punta de un pie, el otro hacia un lado y los brazos levantados;

– lo mismo, con el otro pie hacia adelante;

– lo mismo, con el otro pie hacia atrás, (Ivanov, 1987).

Al controlar el sentido del ritmo como capacidad de reproducir exactamente y modificar de manera orientada los parámetros de velocidad, fuerza y espacio de los movimientos, en primer orden hay que orientarse a partir de los métodos biomecánicos: la cinematografía, la videomagnetoscopia, la dinamometría, la goniometría, etc. El registro de desplazamientos angulares en las articulaciones, los esfuerzos aplicados durante las interacciones de apoyo en distintos implementos deportivos (remos, barras, paralelas, etc.), la velocidad y el ángulo de salida en los saltos, la duración de las fases de apoyo y vuelo en la carrera, etc. permiten valorar la capacidad de reproducir exactamente los parámetros dinámicos y cinemáticos para cada movimiento.

Al controlar el sentido del ritmo es importante, no sólo establecer la seguridad de la reproducción de los parámetros dinámicos y cinemáticos de los movimientos durante el cumplimiento repetido de los mismos en condiciones estándar, sino también la transición a un ritmo más o menos intenso de actividad.

Los métodos de control de la capacidad de orientarse en el espacio deben basarse en tareas motoras que requieren valorar de manera operativa la situación y la reacción a ella con acciones racionales. En la natación esto puede consistir en cubrir una distancia concreta (por ejemplo, 50 m) con los ojos cerrados y un número reglamentado de movimientos de impulso; en la carrera y en distintos juegos deportivos, en cubrir una distancia concreta con los ojos cerrados en línea recta y por una ruta especialmente marcada; en los juegos deportivos, golpeos al balón, lanzamientos a portería o cesto con los ojos cerrados desde una distancia determinada. Se pueden utilizar ejercicios con esfuerzos estrictamente reglamentados y un control operativo de los resultados en estaciones isocinéticas de fuerza; saltos con virajes de distinto grado. Asimismo son eficaces tareas relacionadas con la necesidad de realizar movimientos motores en un tiempo fijo, por ejemplo, 20 golpes contra el saco en 10 seg en boxeo; 10 lanzamientos del maniquí en 1 min en lucha; cubrir a nado o correr una distancia fija; realizar un conjunto es-

tándar de desplazamientos y maniobras con la pelota o la arandela en un tiempo fijo, etc.

Al elaborar programas de test dirigidos a valorar la capacidad de orientarse en el espacio hay que tener presente que las tareas deben cumplirse en condiciones complejas: con tiempo y espacio escasos o limitados e información insuficiente o excesiva. Sin embargo, en todos los casos las tareas deben responden al pertrechamiento técnico-táctico del deportista y basarse en su memoria motora, estar al alcance de las posibilidades de los analizadores y del aparato neuromuscular del deportista (Grishin, 1986; Donskoi, 1991; Kolani y Gorski, 1984).

El método más eficaz para valorar la capacidad de relajar los músculos consiste en registrar la potencia de los músculos. El índice más sencillo y exacto es el tiempo latente de la relajación muscular después de la tensión, que refleja objetivamente la capacidad de los músculos de pasar rápida y fácilmente de la tensión a la relajación.

Al elevar la eficacia en la valoración de esta capacidad contribuye la de los músculos que asumen la carga principal en la modalidad concreta y después de las tensiones características de los movimientos especiales. Es asimismo importante estudiar el funcionamiento de los músculos que no participan en los movimientos pero se ubican cerca de los músculos activos; el funcionamiento de los músculos faciales durante la tensa actividad de grandes grupos musculares, lo que permite valorar la capacidad de coordinación intermuscular; realizar pruebas en distintos estados funcionales: estable, cansancio compensado, cansancio agotador, etc.

El control de la coordinación de los movimientos como capacidad de manifestar y modificar racionalmente las acciones motoras en condiciones concretas sobre la base de los hábitos motores disponibles, tiene mucha importancia para mejorar la calidad del proceso de preparación en los juegos deportivos, en la lucha y en las modalidades deportivas que requieren compleja coordinación, esto es, modalidades y disciplinas en que constantemente surge la necesidad de cambiar con rapidez las acciones, conservando la eficacia de las mismas. Sin embargo, en las modalidades cíclicas hay que valorar la coordinación como capacidad de corregir las características dinámicas y cinemáticas de los movimientos en respuesta al cansancio progresivo.

El control de la coordinación se basa en distintas tareas complejas e inesperadas, desde el punto de vista coordinativo, que requieren rápida reacción y una estructura racional de movimientos para lograr el objetivo concreto. Con este fin, por ejemplo, en los juegos deportivos se modelan situaciones complejas con la participación de varios jugadores atacantes y defensas. El jugador que constituye el objeto de estudio por regla controla el balón o la arandela, juega con los ojos cerrados y, respondiendo a la señal, los abre, toma una decisión y actúa según la situación concreta: la disposición de los compañeros y rivales, del guardameta, su desplazamiento, etc. El repetido test de los deportistas en otras situaciones análogas, con la valoración de la calidad (en puntos) y el tiempo (seg) de la decisiones tomadas por el jugador y su actuación permite valorar objetivamente la coordinación del mismo.

La coordinación de los deportistas que se especializan en otras modalidades cíclicas, por ejemplo, los nadadores, se puede valorar por la variación de distintos parámetros de movimiento (ritmo y «paso» de los impulsos de remo, correlación entre distintas fases del ciclo de movimiento de las manos y los pies, magnitud de los esfuerzos) conservando la velocidad del mismo. Este control es muy importante para distintas modalidades cíclicas por cuanto permite apreciar como el deportista vincula las características dinámicas de espacio y tiempo con las posibilidades funcionales del organismo en cada momento de la distancia. El control de las capacidades coordinativas se puede complementar con el registro de una serie de índices fisiológicos y psicológicos tales como el tremor fisiológico, su amplitud (mcM) y frecuencia (Hz); la estabilidad vestibular: amplitud de las desviaciones (mm), la frecuencia de las oscilaciones (mm); el volumen, la movilidad y la atención, etc. La utilización de los índices locales, que reflejan las posibilidades de distintos analizadores, el estado del aparato neuromuscular, permite establecer con mayor precisión los factores que limitan el desarrollo de la capacidad coordinación.

El control de distintas capacidades de coordinación se realiza en distintos estados funcionales del organismo: en situación estable, de elevada capacidad de trabajo y en condiciones óptimas para el funcionamiento del aparato neuromuscular y el cansancio agotador. Esto es muy importante puesto que las elevadas capacidades coordinativas en condiciones óptimas no supone que se manifiesten en condiciones de profundo cansancio e intensa actuación de otros factores, por ejemplo, de carácter psicológico, que influyen sobremanera en los deportistas durante las competiciones responsables, en compañía de fuertes competidores. Los resultados de este control pueden ayudar a elegir medios y métodos más racionales de desarrollo de

la coordinación, a planificarlos de manera más racional en los programas de los entrenamientos.

CONTROL DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA

Se realiza con ayuda de diversos tests de carácter específico y no específico. Los tests no específicos incluyen la actividad física, que por la estructura coordinativa de los movimientos y las peculiaridades de funcionamiento de los sistemas energéticos se distingue de la actividad competidora. Con mayor frecuencia estos tests se basan en materiales de la carrera o la marcha en cinta ergométrica y en el pedaleo sobre cicloergómetro.

Los tests especiales se basan en la ejecución de un trabajo, cuya estructura coordinadora de los movimientos y la actividad de los sistemas energéticos de este trabajo se distinguen poco de la actividad competidora. Con este fin se utilizan distintas combinaciones de ejercicios preparatorios especiales (por ejemplo, series dosificadas de lanzamiento en la lucha, serie de tramos de carrera o remo, ejercicios especiales en los juegos, etc.). Para los corredores son característicos los tests basados en los resultados de la carrera en cinta ergométrica; para los ciclistas, el pedaleo en el cicloergómetro; para los esquiadores, la marcha con los palos en cinta sin fin; para los nadadores, la natación en el canal hidráulico.

El control de la resistencia especial a la fatiga se debe efectuar tomando en cuenta los factores que determinan la capacidad de trabajo y el desarrollo del cansancio en cada modalidad deportiva concreta. Hay que tener presente que la localización y los mecanismos de desarrollo del cansancio son especiales en cada modalidad y dependen del carácter de la actividad muscular. Por esto no sorprende que, según señalamos más arriba, la resistencia se divide en general y especial; de entrenamiento y competición; local, regional y global; anaeróbica alactácida, anaeróbica lactácida, aeróbica y mixta, muscular y vegetativa; sensorial y emocional; estática y dinámica, de velocidad y de fuerza. Por ello, es lógico que al elegir los métodos de control de la resistencia en cada caso concreto haya que analizar los factores que determinan la manifestación de la cualidad dada, elegir los métodos y procedimientos que permiten valorar objetivamente la cualidad, tomando en cuenta el carácter de la actividad motora de la modalidad y las demandas que ella presenta respecto a los órganos reguladores y ejecutores.

Para valorar la resistencia se utilizan ampliamente, además de los índices de la actividad competitiva y tests especiales, índices que reflejan la actividad de los sistemas funcionales del organismo de los deportistas. Por ejemplo, al valorar la resistencia en el trabajo relacionado con el carácter aeróbico de generación de energía (en primer orden las modalidades cíclicas) son informativos los índices relacionados con el máximo consumo de oxígeno, el metabolismo anaeróbico, el volumen minuto cardíaco, etc., así como los índices de la economía del trabajo y la estabilidad en el funcionamiento del sistema de suministro energético.

En lo que respecta a otros grupos de modalidades deportivas (juegos deportivos, lucha, de coordinación compleja), además de los índices que reflejan las posibilidades del sistema de suministro energético se pueden utilizar distintas características que muestran la estabilidad de los deportistas respecto a los factores de índole psicológica; la eficacia de la actividad de los analizadores, teniendo en cuenta los cambios de las manifestaciones motoras sensoriales en distintos regímenes; la eficacia de la resolución de las tareas motoras en estado relativamente estable y de intensa actividad física y mental (Kuptsov, 1978; Koriaguin et al., 1980; Mishin, 1985).

La resistencia a la fatiga, teniendo en cuenta la elevada tensión emocional de la actividad competidora en el deporte moderno, suele ser controlada en condiciones de competición y de entrenamiento.

Valoración integral de la resistencia del deportista a la fatiga

El presente apartado concierne a la metodología que se aplica para valorar la resistencia especial a la fatiga, basándose en el análisis del rendimiento de los deportistas durante las competiciones y en los resultados de diversos tests especiales. Los problemas referentes a la resistencia general a la fatiga merecen examen aparte, ya que en principio se utilizan los mismos métodos y enfoques que a la hora de diagnosticar los correspondientes tipos de resistencia especial a la fatiga. La única diferencia reside en que los ejercicios de control que se utilizan para los tests tienen carácter preparatorio. La resistencia especial a la fatiga se manifiesta a plenitud en el período de competiciones. Sin embargo, el resultado deportivo no proporciona por sí solo la información necesaria sobre el nivel de resistencia a la fatiga, ya que, por su parte, depende de varios factores, particularmente del nivel de velocidad. Con todo, para valorar la resistencia especial a la fatiga según el resultado

de las competiciones, se suelen establecer índices relativos que presuponen la necesidad de eliminar la influencia de la velocidad. Será más fácil hacerlo tratándose de las modalidades deportivas cíclicas, que permiten determinar el índice de la resistencia especial a la fatiga (IRE): la relación de la velocidad media registrada durante el recorrido de la distancia de competiciones (m/seg), respecto a la velocidad (m/seg) registrada durante el recorrido de un tramo corto (tramo-patrón). Cuanto más se aproxime a 1 la magnitud del IRE, más alto será el nivel de resistencia especial a la fatiga. Estos cálculos sencillos permiten valorar en términos relativos la resistencia especial a la fatiga de un grupo de deportistas o la dinámica del desarrollo de ésta en un deportista concreto.

Sin embargo, cabe señalar que dichos índices deben ser utilizados con cautela, ya que ellos no permiten ver las diferencias en los mecanismos de la productividad máxima en el tramo corto (tramo-patrón) y de la menor (submáxima, grande que es característica para las distancias de competiciones de diversa longitud). Es obvio que este método debe ser utilizado cuando el recorrido por el tramo-patrón y en la distancia de competiciones pertenece a las zonas contiguas de potencia. Por ejemplo, valorando la resistencia especial de los nadadores a la fatiga, ésta se determina de la manera siguiente. Para los deportistas que se especializan en distancia de 100 m, como tramo-patrón se elige el tramo de 25 ó 50 m; en la distancia de 200 m, de 50 m; en la distancia de 400 m, de 100 m; en la de 800 m, de 200 m, y en la de 1.000 m, de 400. En este caso, la valoración de la resistencia especial a la fatiga, según el resultado registrado en la distancia de competiciones, será, indudablemente, objetiva.

Con el fin de organizar racionalmente el entrenamiento deportivo, es necesario controlar sistemáticamente la resistencia especial a la fatiga. Sin embargo, no siempre es posible, por motivos varios, efectuar pruebas de esfuerzo durante las competiciones oficiales o de control. Entre ellos se debe mencionar la inconveniencia de realizar competiciones sistemáticas que requieren muchos esfuerzos, por ejemplo, la probable influencia desfavorable de los resultados relativamente bajos registrados durante la competición sobre el estado psíquico de los deportistas, etc. Por esta razón, en la práctica se aplican los test que por su carácter se distinguen de la actividad de competiciones, pero restituyen las condiciones específicas que aseguran la manifestación de la resistencia a la fatiga. Por ejemplo, basándose en los resultados del estudio experimental de este problema y de su aplicación en natación, se puede recomendar el siguiente abanico de tests que sirven para valorar la resistencia a la fatiga de los deportistas de diversas modalidades. Distancia 100 m: (a) 75 m a velocidad máxima y con descanso de 10 seg entre series. (b) 4 x 50 m a velocidad máxima y con descanso de 20 seg entre series; distancia de 400 m: 8 x 50 m a velocidad máxima y con un descanso de 20 seg entre series. Distancia de 800 y de 1.000 m: 100 m a velocidad máxima.

Para valorar la resistencia especial a la fatiga de los remeros en canoas el más efectivo es el test de 4 x 250 m a la velocidad accesible al máximo y con pausas de 20 seg entre series.

La resistencia especial a la fatiga de los ciclistas puede ser valorada mediante los tests siguientes: 5 x 200 m haciendo una arrancada a la velocidad accesible al máximo y con descansos de 20 seg (para la distancia de 1.000 m); 4 x 10.000 m haciendo una arrancada a la máxima velocidad posible, con descanso de un minuto (para la distancia de 4.000 m).

Para los corredores de la distancia de 100 y 200 m es efectivo el test 3 x 120 ó 2 x 150 a velocidad máxima y descansos de 20 seg. Para la distancia de 400 m, 4 x 150 con pausas de 30 seg; para las distancias de 800 y 1.500 m, el recorrido de las distancias de 1.000 a 2.000 m o las carreras discontinuas de 3-4 x 400 m con pausas de 1 min; para las distancias de 3.000-10.000 m, las carreras de distancia durante 8-20 min; para el maratón, las carreras a 20, 30 y 50 km.

En diversas modalidades cíclicas del deporte la resistencia especial a la fatiga puede ser controlada también mediante pruebas de laboratorio. Para los corredores pueden serlo cargas de diversa duración con una intensidad uniforme o escalonada (a costa de aumentar la velocidad o el grado de inclinación de la cinta ergométrica) hasta que aparezca la fatiga evidente. Para los ciclistas, lo es el trabajo en el cicloergómetro, para los nadadores y remeros, en el canal hidráulico con la velocidad regulable de la contracorriente de agua. Es plenamente lógico que para los deportistas que se especializan en diversas distancias debe ser elegida una carga correspondiente. Por ejemplo, para valorar la resistencia especial a la fatiga de los ciclistas, el mejor efecto se logra con los siguientes tests (Polischuk, 1986):

– para los deportistas que se especializan en la prueba por equipos en la distancia de 100 km: el trabajo uniforme en el ergómetro con la carga estandarizada sobre el freno equivalente a 3 w/kg de masa del cuerpo que se somete a pruebas durante 15-30 min. La correlación de transmisión

es de 54 x 13; la frecuencia de evoluciones de la biela del ergómetro oscila entre 100 ± 3 r.p.m. La FC se mide una vez cada minuto. El criterio de la resistencia especial a la fatiga es el valor de pulsación de la unidad del trabajo que se ejecuta;

– para los deportistas que se especializan en carrera individual en carretera: la carga que aumenta en espiral hasta el extremo en el ergómetro con la carga inicial sobre el freno del volante que equivale a 0,5 kg agregando a razón de 0,25 kg cada 2 min; la frecuencia de revoluciones de la biela se mantiene dentro del límite de 100 ± 3 r.p.m. La correlación de transmisión es de 54 x 13. Después de terminar la recuperación de 15 min, la carga alcanza el límite crítico de la potencia, o sea, trabajo uniforme hasta que el deportista no puede más con la carga en el escalón anterior al límite, conservándose la misma frecuencia de revoluciones y la correlación de transmisión. El criterio de la resistencia especial a la fatiga es el tiempo de mantenimiento del nivel crítico de la potencia de la carga.

– para los deportistas que se especializan en carrera individual de persecución y por equipos partiendo de los puntos reunidos en la pista: trabajo de 5 min con intensidad máxima; contrarreloj en el ergómetro con la carga de 3 kg;

– 4 x 1 min con la carga máxima de 3 kg, en el ergómetro contra el reloj. Pausas que aseguran la recuperación de la FC hasta 140 puls/min.

Con un método análogo se resuelve el problema del control de la resistencia especial a la fatiga en otras modalidades del deporte. Por ejemplo, en el boxeo puede ser registrado el número máximo de golpes por hora de trabajo con el saco de arena, durante 15 seg y en el test «3 x 1 min de trabajo con el saco de arena con la intensidad máxima posible y cuatro pausas de 20 seg cada una». La resistencia especial a la fatiga se valora a partir del número promedio de pegadas durante 15 seg respecto al número máximo posible de golpes en este lapso de tiempo. Cuanto más se acerque a 1 este índice, tanto mayor será la resistencia a la fatiga del boxeador.

La resistencia especial a la fatiga de los luchadores del estilo libre puede ser valorada con suficiente precisión según el test integral cuyo programa reside en lo siguiente: el luchador cumple, en régimen discontinuo, un trabajo específico de diverso carácter con la intensidad máxima posible y pausas estrictamente reglamentadas. En particular, está prevista la ejecución durante tres veces del siguiente programa:

20 seg – proyección del maniquí,
10 seg – pausa
20 seg – maniobra a la derecha, en posición de puente
10 seg – pausa
20 seg – barridos frontales

Después de 1 y 2 series de ejercicios, incluidos en el programa, el deportista tiene una recuperación pasiva de 20 seg. De esta manera, al ejecutar el programa del test, el volumen total del trabajo es de 3 min, mientras que la duración de las pausas es de 1 min y 40 seg. El peso del muñeco se diferencia según la categoría de peso establecido para los deportistas: 20 kg para los luchadores de peso ligero; 25 kg para los del medio, y 30 para los de peso pesado.

Los resultados del test se procesan de la siguiente manera: se establece el número de repeticiones cumpliendo cada uno de los nueve ejercicios de 20 seg, y se suma el número de repeticiones durante el primer minuto de trabajo. Estos datos se utilizan como nivel máximo. El número de repeticiones del segundo y del tercer minutos se suma y se determina el término medio. Después de hacer estas operaciones, se calcula el índice de resistencia a la fatiga, o sea, la relación de los datos promedio, obtenidos durante el segundo y el tercer minutos respecto a los datos registrados durante el primer minuto (véase cuadro 30).

El número máximo de repeticiones (resultados del trabajo en la primera parte) equivale a 27. El promedio de repeticiones durante la segunda y la tercera parte del test equivale a:

$$22 = \frac{(24+20)}{2}$$

$$\text{El índice de la resistencia a la fatiga} = 0{,}814 = \frac{22}{27}$$

Uno de los tests recomendados para controlar la resistencia especial a la fatiga de los futbolistas puede incluir las carreras por el perímetro del cuadrado de 15 m de lado, limitado por puntales. Arrancando, el futbolista corre 15 m, luego cambia la dirección en 90°, recorre cuatro palos (la distancia entre los palos es de 3 m), cambia de nuevo la dirección en 90° dando una arrancada de 15 m y, por última vez, un nuevo cambio de dirección en el 90°, recorriendo a lo largo del lado de 15 m del cuadrado salvando dos barreras de 40 cm de altura que se encuentran una de la otra a la distancia de 5 m. Para valorar la resistencia especial a la fatiga se reglamenta el tiempo total de las carreras durante cinco intentos (entre los intentos tiene la pausa de 15 seg durante la cual camina en la zona de la meta de arranque).

Categorías	Tipo de trabajo	Duración del trabajo (seg)	Número de repeticiones	Total de repeticiones
	Número máximo de proyecciones del maniquí	20	9	-
1	Número máximo de maniobras a la derecha en posición puente	20	8	27
	Número máximo de barridos frontales	20	10	-
	Número máximo de proyecciones del maniquí	20	8	
2	Número máximo de maniobras a la derecha en posición puente	20	7	24
	Número máximo de barridos frontales	20	9	
	Número máximo de proyecciones del maniquí	20	6	
3	Número máximo de maniobras a la derecha en posición puente	20	6	20
	Número máximo de barridos frontales	20	8	

Cuadro 30. *Patrón para determinar el índice de resistencia a la fatiga de los luchadores*

En voleibol puede ser utilizado el siguiente test: el tiro de ataque de la zona 2 (4) durante 3 min por hombres y 2 min para mujeres a razón de 12 tiros por minuto haciendo el tiro en el blanco (cuadrado de 3 x 3 m); los blancos están situados a lo largo de las líneas laterales, tras la línea de ataque; los tiros del balón se realizan por turno contra ambos blancos. Los tiros a la red, fuera de la cancha y fallando el blanco se consideran como pérdida del balón. La resistencia a la fatiga se valora según la cantidad de tiros al blanco durante 3 min de trabajo y según los resultados del primer minuto.

En el voleibol también se utiliza el test orientado a valorar ante todo la resistencia a la fatiga en los saltos. Se realiza detente vertical a la altura máxima posible. El ejercicio dura 2 min a un ritmo de 15 saltos por minuto. Para valorar la resistencia a la fatiga se determina la relación entre la altura del salto al final del test (el resultado promedio de los tres últimos saltos) y la altura del salto al principio del test (resultado promedio de los tres primeros saltos).

Control de la potencia y capacidad de los procesos anaeróbicos

A renglón seguido examinaremos los índices integrales más importantes que permiten valorar la potencia y capacidad de los procesos aeróbicos en su conjunto, así como algunos índices locales demostrativos de las propiedades y posibilidades del proceso anaeróbico.

La deuda de oxígeno alactácida y lactácida se utiliza respectivamente para valorar la intensidad del proceso anaeróbico en su conjunto.

Sabemos que después de un trabajo intenso que exige movilizar al máximo las posibilidades anaeróbicas del deportista, una parte de la deuda de oxígeno se compensa rápidamente. Sin embargo, una parte vinculada con la utilización del ácido láctico se ve compensada durante 40-60 min y a veces requiere más tiempo. La deuda de oxígeno que se compensa inmediatamente después de suprimida la carga, se llama alactácida y la relacionada con la utilización del ácido láctico se llama lactácida. Se presupone que la primera de ellas se debe a la recuperación de la reserva de oxígeno y a una síntesis rápida de los compuestos de altas energías, mientras que la segunda está vinculada ante todo con el restablecimiento de la homeostasis en los músculos, o sea, con la oxidación del ácido láctico y su nueva síntesis de glucógeno. Cierta parte indefinida del consumo excesivo de oxígeno está determinada por la nueva síntesis de diversas proteínas funcionales y estructurales, incluidas las mitocondriales, contráctiles y fer-

mentativas, lo que requiere un gasto complementario de (ATP y, por consiguiente, consumo complementario de oxígeno). Por consiguiente, la magnitud del consumo excesivo de oxígeno, después del trabajo anaeróbico (incluso teniendo en cuenta el «equivalente de oxígeno» del ácido láctico), no refleja la plenitud de las posibilidades anaeróbicas. Sin embargo, a pesar de esto, el registro del débito general de oxígeno y de sus fracciones alactácidas (el 15-18%, aproximadamente del débito general de O_2) y lactácida (el 82-85% del débito general de O_2, aproximadamente) permite obtener una información bastante objetiva sobre las posibilidades anaeróbicas de los deportistas, en primer lugar, sobre el volumen de los procesos correspondientes.

La magnitud máxima de la deuda de oxígeno de los sedentarios es de 5-6 l, como término medio, y el de las mujeres, de 3-4 l. En los deportistas bien entrenados para los trabajos anaeróbicos, tales magnitudes pueden ascender a 13-15 l y 8-10 l, respectivamente. Cabe señalar que en el caso de los deportistas destacados que se especializan en las modalidades que presentan exigencias especialmente elevadas a las posibilidades glucolíticas de los deportistas, estas magnitudes pueden alcanzar 20-22 e incluso 24-25 l.

La cantidad máxima de lactato muscular y en sangre arterial es el índice más importante y más divulgado que se utiliza para valorar las posibilidades anaeróbicas de los deportistas. Según la intensidad y la duración del trabajo, en los tests las magnitudes máximas de lactato pueden caracterizar la intensidad (cargas de corta duración de gran potencia anaeróbica) o la intensidad y el volumen (trabajo anaeróbico submáximo que dura hasta 3-5 min) del proceso glucolítico anaeróbico.

Comúnmente, en sedentarios, los índices máximos de lactato en sangre no son superiores a 5-6 mmol/l, y en los deportistas bien entrenados pueden alcanzar 10-15 mmol/l. Cabe señalar que en los deportistas destacados que se especializan en las modalidades que requieren exigencias especialmente elevadas a las posibilidades del proceso glucolítico anaeróbico, dicho índice asciende a 20-22 e incluso a 24-26 mmol/l.

Equilibrio ácido-alcalino de la sangre arterial (pH). La concentración de iones de hidrógeno en la sangre (pH) depende en grado superlativo del contenido del lactato en ésta, así como de la tensión parcial de CO_2 y las posibilidades amortiguadoras de la sangre. En el estado de reposo, el pH de la sangre arterial de los deportistas y de las personas sedentarias es prácticamente igual y normalmente asciende a unas 7,35-7,45 unidades convencionales. En los deportistas que se entrenan para elevar la resistencia a la fatiga, el pH, con las cargas normales, se reduce menos en comparación con los no entrenados. Al mismo tiempo, con las cargas anaeróbicas máximas, el pH de los deportistas se reduce más en comparación con los no deportistas. En casos extremos, el pH de la sangre arterial de los deportistas altamente cualificados puede bajar hasta 6,9 unidades convencionales.

Los compuestos amortiguadores de la sangre desempeñan un papel muy importante para regular su equilibrio ácido-alcalino. Por esto, el contenido del bicarbonato ordinario en la sangre durante grandes cargas refleja la capacidad del sistema amortiguador de mantener el equilibrio ácido-alcalino al nivel óptimo. Si en el estado de sosiego tanto de las personas entrenadas como no entrenadas, el contenido de bicarbonato en sangre arterial es de 24,3-24,4 (mekv/l), como término medio, su reducción durante las cargas considerables se produce mucho más tarde en el organismo de los deportistas profesionales en comparación con los individuos no entrenados, lo que se debe a las diferencias correspondientes en la concentración de lactato en sangre.

El registro de varios índices locales permite completar la característica de la potencia y capacidad de los procesos anaeróbicos que se logra obtener aplicando índices integrales. Por ejemplo, la determinación de la cantidad de fibras musculares de uno y otro tipo y de su extensión en la sección transversal permite valorar las perspectivas de los deportistas durante el desarrollo de sus posibilidades anaeróbicas.

El registro de ATP (mmol/l) en el músculo, así como de la creatinfosquinasa (CPasa) (E/mg) que desempeña un importante papel para liberar energía durante el proceso anaeróbico alactácido, permiten valorar su intensidad y volumen. Baste decir que con la norma de (PFK) de unos 20 E/mg con las cargas límite de carácter anaeróbico alactácido, en los deportistas de alta clase se registran valores que ascienden a 500-600 E/mg, mientras que en sedentarios estos suelen superar los 200-250 E/mg.

La actividad de los fermentos del proceso anaeróbico glucolítico (glucogenfosforilasa, lactatodehidrogenasa - LDG, glucosa-6-fosfotasa, etc.) evidencian la capacidad de los músculos de estimular la utilización de glucógeno que ellos contienen para liberar energía. Por su parte, la determinación de la cantidad de glucógeno en los músculos refleja la capacidad del proceso glucolítico. En sedentarios la actividad de estos fermentos no cambia sustancialmente con grandes cargas, mientras que en deportistas bien entrenados puede

aumentar en 2-2,5 veces. Bajo el influjo del entrenamiento, la cantidad de glucógeno en los músculos aumenta en un 50-60%.

La determinación de la concentración de glucosa en sangre (según la norma, 5,5-6,6 mmol/l) amplía la información sobre la capacidad del proceso anaeróbico glucolítico, ya que los deportistas profesionales son capaces de utilizar en mayor medida la glucosa para la nueva síntesis del glucógeno muscular aumentando su concentración en sangre hasta 2,0-2,5 mmol/l. La concentración mínima de glucosa en la sangre de los sedentarios es de 4,0-4,5 mmol/l.

Control de la potencia y capacidad de los procesos aeróbicos

Para valorar la intensidad y el volumen de los procesos aeróbicos se utiliza una cantidad considerable de índices biológicos que dan suficiente información. Entre éstos figuran índices integrales (por ejemplo, el consumo máximo de oxígeno, la ventilación máxima pulmonar, el límite del intercambio anaeróbico, etc.) que permite valorar de manera íntegra las posibilidades aeróbicas, tanto como los índices locales (por ejemplo, la cantidad de las fibras ST, la diferencia arteriovenosa del oxígeno, etc., que permiten valorar algunas posibilidades del sistema de respiración externa, de la sangre, de la circulación y del aparato muscular. Ahora examinaremos algunos índices que se utilizan más a menudo en el proceso de control de la resistencia a la fatiga del deportista.

Consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_2$máx). Se utiliza para valorar la intensidad del proceso aeróbico reflejando la velocidad del consumo máximo de oxígeno. Se registran valores absolutos del consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_2$ ml/min) que dependen directamente de la masa del cuerpo del deportista, y los relativos ($\dot{V}O_2$ ml/kg.min) que son inversamente proporcionales respecto a la masa del cuerpo.

Las mujeres alcanzan a la edad de 14-16 años las magnitudes de consumo máximo de oxígeno, mientras que los hombres lo hacen a la edad de 18-20 años. En los hombres adultos los índices máximos del consumo de oxígeno superan considerablemente los índices registrados en las mujeres: en los hombres sedentarios de 20-30 años se registran las magnitudes de 3.300 ± 200 ml/min, y en las mujeres, de 2.000 ± 200 ml/min. Por regla general, para los hombres las magnitudes relativas de $\dot{V}O_2$máx oscilan entre 40-50 ml/kg.min, y para las mujeres, 32-40. Si calculamos el consumo de oxígeno por kilo de masa magra del cuerpo, los índices de los hombres y las mujeres serán casi iguales.

Cuanto más alto sea el nivel de consumo máximo de oxígeno, tanto más alta será la parte de la sustentación aeróbica durante el cumplimiento del trabajo corriente y más baja la intensidad relativa del proceso aeróbico expresada en porcentaje respecto al nivel máximo. Los deportistas profesionales se distinguen por magnitudes altas en extremo $\dot{V}O_2$máx: en los hombres los valores absolutos pueden alcanzar 6-7 l, y los relativos, 85-95 ml/kg.min; en las mujeres, 4-4,5 l y 65-72 ml/kg.min.

Ventilación máxima de los pulmones (VMP) (l/min) se utiliza para valorar el sistema de respiración exterior. Los índices máximos se registran en las condiciones de ventilación y, por lo común, serán de 110-120 l/min en hombres no entrenados, y de 90-100 l/min en las mujeres. En deportistas profesionales se registran magnitudes especialmente altas de hasta 190-200 l/min y más en los hombres y hasta 130-140 l/min, en las mujeres.

El tiempo que se invirtió en lograr los índices de consumo de oxígeno máximo para el trabajo concreto, refleja la capacidad de movilizar las posibilidades del proceso aeróbico. Por regla general, en el caso de los deportistas no entrenados las magnitudes de consumo de oxígeno, máximas para el trabajo dado, se registran dentro de 2-3 min después de su inicio. Los deportistas profesionales, especialmente aquellos que se especializan en remo, en las carreras a 400, 800 y 1.500 m, en la natación en las distancias de 100, 200 y 400 m, son capaces de intensificar mucho más el proceso aeróbico y a menudo alcanzan marcas máximas al cabo de 30-40 seg después de su inicio.

El umbral del metabolismo anaeróbico (UMAN) se registra en el momento de la tensión máxima, en que la potencia del proceso aeróbico resulta insuficiente como para asegurar el suministro energético del trabajo. Comienza a desarrollarse activamente el proceso anaeróbico glucolítico que va acompañado de la acumulación de lactato.

En la práctica deportiva, el UMAN se valora a partir del consumo de oxígeno manteniéndose permanente el nivel de lactato en la sangre (alrededor de 4 mmol/l) en porcentaje respecto al nivel de $\dot{V}O_2$máx. En los individuos no entrenados el nivel de metabolismo anaeróbico oscila entre el 50-55% respecto al nivel $\dot{V}O_2$máx, mientras que en los deportistas profesionales (entre ellos, los fondistas y ciclistas de carretera) puede ascender al 85-90% del $\dot{V}O_2$máx.

La duración del trabajo a nivel del UMAN sirve perfectamente para valorar el volumen del proceso aeróbico. Por regla general, los deportistas no entrenados no pueden trabajar a este nivel más de

5-6 min, mientras que en los deportistas profesionales que se especializan en las modalidades deportivas que presentan altas exigencias al rendimiento aeróbico, la duración del trabajo a nivel del UMAN pueden alcanzar 1,5-2 h.

El período de mantenimiento de las magnitudes máximas para un trabajo concreto, de la ventilación pulmonar (VP) se utiliza para valorar el volumen del proceso aeróbico. En los deportistas profesionales la magnitud de la ventilación máxima de los pulmones oscila entre 120-150 l/min, alcanzando 200 l/min en algunos casos. Los deportistas altamente cualificados son capaces de mantener la ventilación de los pulmones al nivel del 80% respecto a la máxima durante 10-15 min, mientras que los fondistas destacados, hasta 25-30 min y más, y las personas no entrenadas durante no más de 3-5 min.

Por lo regular, para valorar el aumento de la eficacia de la ventilación pulmonar parten del equivalente de ventilación O_2, es decir, según el volumen de la ventilación pulmonar por 1 litro de O_2 (VP/VO_2). Como resultado del entrenamiento, en los deportistas profesionales se observa una tendencia a disminuir la cantidad del aire ventilado siendo igual el consumo de oxígeno en comparación con las personas no entrenadas.

El volumen minuto cardíaco (l/min) refleja la capacidad del corazón de bombear grandes cantidades de sangre por los vasos y es determinado como la cantidad de sangre que un ventrículo del corazón inyecta al sistema vascular durante un minuto. Por lo común, en estado de reposo el volumen minuto cardíaco está entre 4,5-5,5 l, con la particularidad de que en las personas entrenadas este índice es un poco más alto (en el 5-10%) que en las no entrenadas. Con las cargas físicas máximas, el bombeo ventricular aumenta varias veces: en las personas no entrenadas, el cuádruple, como término medio (hasta 18-20 l/min), mientras que en los deportistas profesionales que se especializan en las modalidades que exigen alto rendimiento aeróbico, en 8-10 veces (hasta 40-45 l/min y más).

El volumen sistólico se utiliza para valorar la potencia del sistema hemodinámico central y se determina por la cantidad de sangre que los ventrículos del corazón inyectan en cada contracción. En reposo, en sedentarios la inyección sistólica es de 60-70 ml, y en las entrenadas, 80-90 ml, mientras que en los deportistas profesionales este índice alcanza 100-110 ml. A la hora de cumplir trabajos intensos al máximo, en las personas no entrenadas el volumen sistólico aumenta hasta 120-130 ml, en las entrenadas, hasta 150-160 ml, mientras que en los deportistas destacados, hasta 200-220 ml. El aumento de la inyección sistólica es el principal resultado funcional del entrenamiento de todo el sistema del transporte de oxígeno.

El volumen de la inyección sistólica aumenta mientras la FC no sobrepase 180-190 puls/min, y en los deportistas especialmente entrenados, hasta 200-220 puls/min. Por lo regular, el aumento sucesivo de la FC va acompañado de la disminución del volumen de la inyección sistólica.

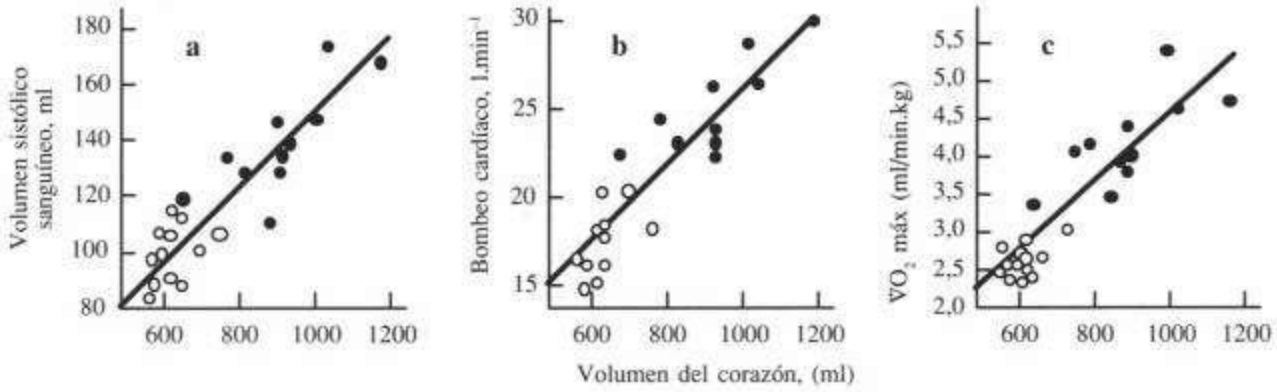
El volumen del corazón (ml) de los hombres entrenados es de 11,2 cm^3/kg, y de las mujeres, 8-9 cm^3/kg. A menudo, en los deportistas de alta clase (fondistas, ciclistas, futbolistas) se registra el siguiente volumen del corazón: en los hombres, hasta 15,5-16 cm^3/kg ó 1.100-1.200 ml y más (se conocen casos en los que el corazón de los deportistas destacados alcanzaba 1.300-1.400 y hasta 1.500-1.700 ml, y en las mujeres, 1.200 ml).

Es necesario tener en cuenta que entre el volumen del corazón y los índices principales que reflejan el nivel de posibilidades aeróbicas del deportista, existe una correlación prácticamente lineal (véase la ilustr.154), mientras que el aumento del consumo de oxígeno está vinculado con el aumento paralelo del volumen de la respiración por minuto, del volumen sistólico de sangre, la FC y el volumen minuto cardíaco (véase el cuadro 31).

Frecuencia cardíaca (pulsaciones). Habitualmente en el proceso de control se registran los índices de la FC en el estado de reposo, con la carga normal, así como los índices máximos de la FC. El descenso de la FC en estado de reposo refleja, hasta cierto punto, el rendimiento y el carácter económico del funcionamiento del sistema cardiovascular. Por regla general, en estado de reposo la FC de los no deportistas es de 70-80 puls/min. En los deportistas de alto nivel, dicho índice puede bajar hasta 40-50 y hasta 30-40 puls/min.

Con la carga normal, en los deportistas altamente entrenados se registran índices más bajos de la FC en comparación con las personas no entrenadas, y con las cargas máximas la FC de los no deportistas no supera, por lo común, 175-190 puls/min. Por otra parte, en los fondistas, marchadores y esquiadores la FC puede alcanzar 210-230 y hasta 250 y más puls/min.

La capacidad del corazón de trabajar intensamente durante un período prolongado refleja en muchos aspectos el volumen del proceso aeróbico. Los deportistas que se distinguen por un nivel especialmente alto de adaptación del corazón pueden trabajar durante 2 ó 3 h con una FC de 180-



Ilustr.154. *Relación entre el volumen cardíaco y el máximo volumen sistólico (a), el máximo volumen sanguíneo (b) que circula por el corazón por unidad de tiempo, y la máxima absorción de oxígeno (c). (Åstrand, 1964)*

Consumo de oxígeno	Volumen respirado (l/min)	Volumen sistólico (ml)	FC (Puls/min)	Volumen sanguíneo (l/min)
3000	**110**	**125**	**120**	**15,0**
4000	**150**	**140**	**150**	**21,0**
5000	**180**	**170**	**175**	**30,0**
6000	**200**	**210**	**200**	**42,0**

Cuadro 31. *Cambios de los parámetros básicos del sistema del transporte de oxígeno con diversas magnitudes de consumo de oxígeno en los deportistas de alto nivel que se especializan en las modalidades que exigen alto nivel de rendimiento aeróbico*

200 puls/min, la inyección ventricular de 35-42 l, es decir, mantener los índices casi máximos (el 90-95% respecto a las magnitudes máximas) de la actividad cardíaca durante largo tiempo. Las personas no entrenadas que tienen las magnitudes casi dos veces menores de volumen sistólico y del volumen minuto cardíaco, son capaces de mantenerlas solamente durante 5-10 min.

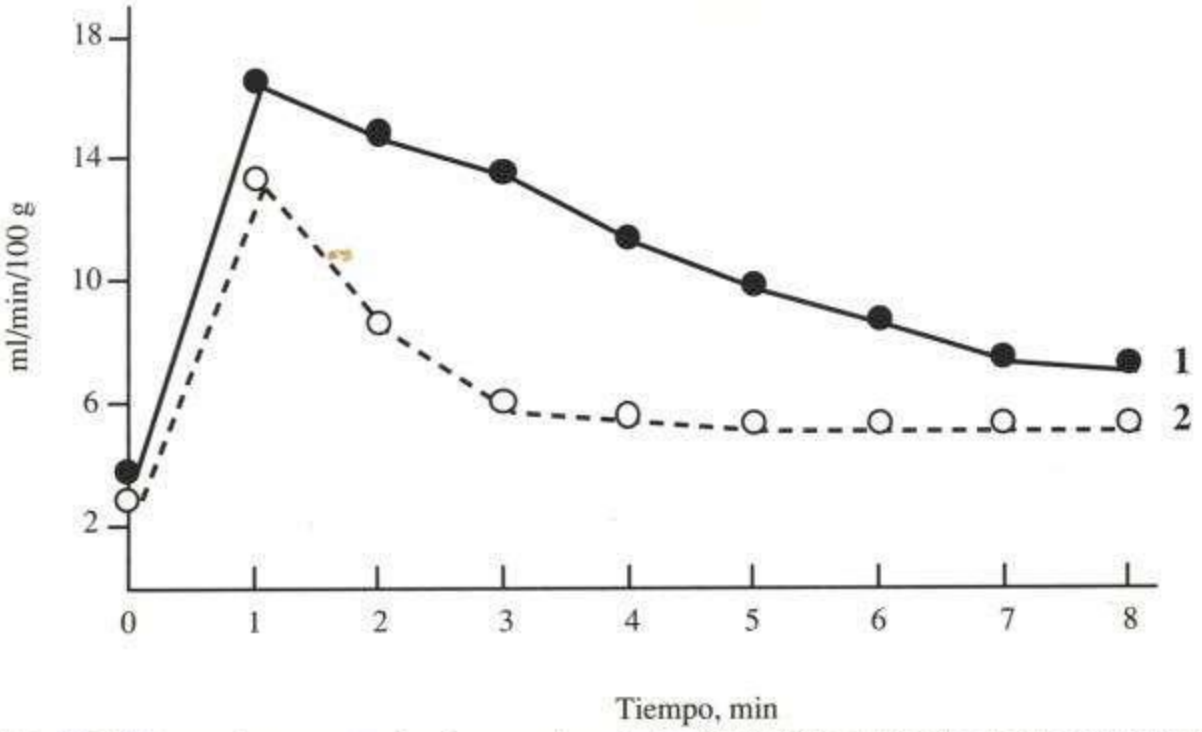
Con las cargas que presentan exigencias máximas a los procesos aeróbicos, la diferencia arteriovenosa de oxígeno constituye un indicador importante de la utilización de oxígeno por los músculos en activo.

Los cambios de adaptación de carácter hemodinámico y metabólico conducen a que en los deportistas de alta clase (los ciclistas de carretera, esquiadores y fondistas) se registran diferentes niveles de contenido de oxígeno en la sangre arterial y venosa, que alcanzan el 18-19% del volumen, mientras que en las personas no entrenadas –con cargas máximas– tales magnitudes no sobrepasan el 10-11% del volumen.

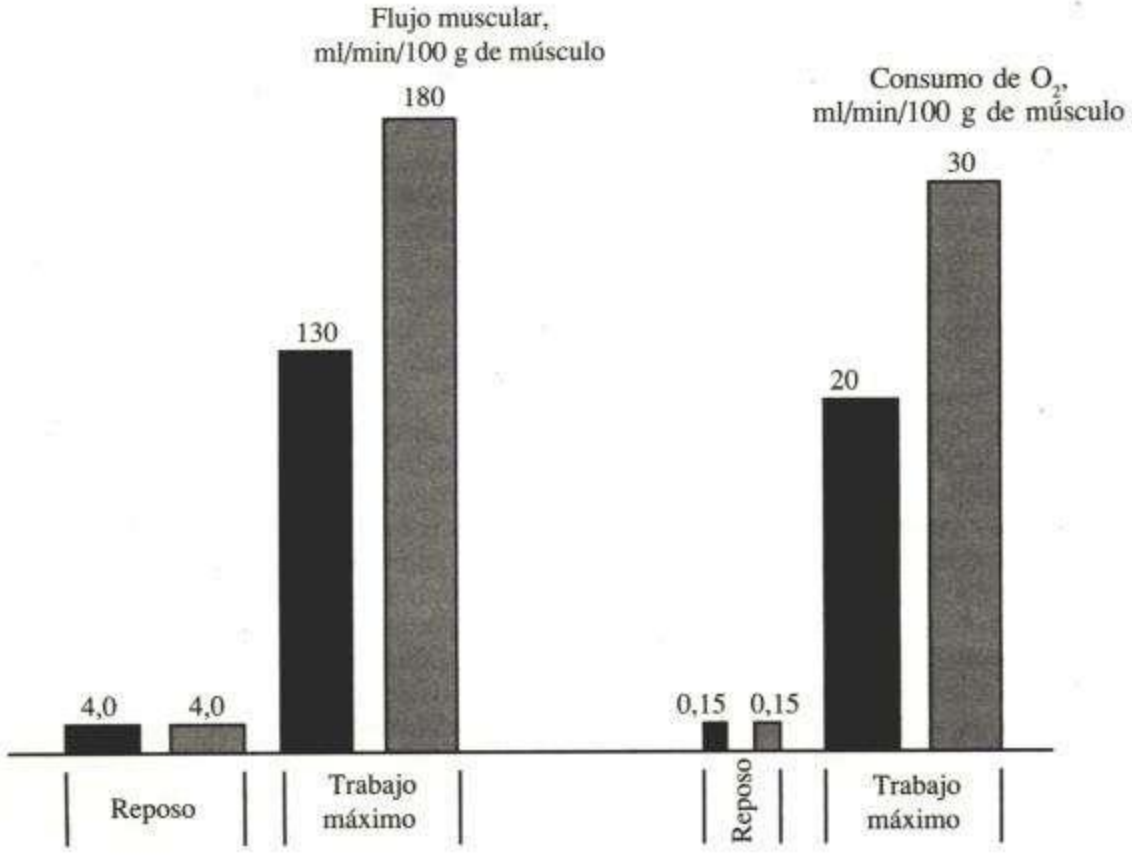
Flujo sanguíneo muscular. En el proceso de entrenamiento se perfecciona la redistribución del flujo sanguíneo entre los órganos activos y pasivos de modo que la parte máxima del volumen circulatorio –que puede ser enviado a los músculos que interviene en el trabajo–, en los deportistas que ejecutan un trabajo máximo, oscila entre el 85 y 90% y en las personas no entrenadas, entre el 60 y 70%. Al mismo tiempo, las condiciones de abastecimiento de sangre de los órganos de vital importancia y los tejidos del cuerpo en los deportistas es mejor que en los sedentarios. Gracias al aumento del volumen de la red capilar, el flujo sanguíneo –el máximo posible– con cargas intensas es más alto en los deportistas que en las personas no entrenadas, mientras que con las cargas normales es considerablemente más bajo (véase ilustr.155 y 156).

Sistema capilar de las fibras musculares. El grado de capilarización de las fibras musculares refleja el rendimiento aeróbico de los músculos y determina el volumen del flujo sanguíneo en los músculos activos y las posibilidades de traspaso de sustancias energéticas (ante todo del oxígeno) a través de las membranas capilares. Como resultado del entrenamiento aumenta el número de capilares por fibra muscular. El promedio de capilares por 1 mm^2 del diámetro de las fibras musculares en sedentarios constituye 325, mientras que en deportistas, 400-450.

En los deportistas profesionales la fibra muscular puede ser rodeada de 5-6 capilares y en las mujeres, de 4-5 (véase cuadro 32).



Ilustr.155. *Flujo muscular y consumo de oxígeno por los músculos (ml/min/100 g de músculo) en reposo y con un trabajo aeróbico máximo. En negro: sedentarios; rayas: deportistas. (Kotz, 1986).*



Ilustr.156. Flujo muscular durante un trabajo estándar. 1: antes del entrenamiento, 2: después de 5 semanas de entrenamiento de resistencia. (Kotz, 1986).

Tipos de fibras musculares	Hombres		Mujeres	
	no deportistas	deportistas	no deportistas	deportistas
1	2	3	4	5
	Promedio de capilares alrededor de una fibra			
(ST)	4,2	5,9	4,6	5,1
(FTa)	4,0	5,2	3,7	4,8
(FTb)	3,2	4,3	2,9	3,6
	Promedio de la sección transversal de la fibra (μ2) que corresponde por capilar			
(ST)	1014	997	1034	901
(FTa)	1335	1213	1062	871
(FTb)	1338	1235	878	840

Cuadro 32. *Capilarización de las fibras musculares de tres tipos en la cabeza lateral del músculo cuádriceps del muslo de las mujeres y hombres corredores distancias medias y largas, así como de los no deportistas (Kots, 1986)*

Las fibras rápidas y lentas pueden tener capilares comunes, pero, en términos medios, la densidad de capilares alrededor de las fibras lentas es mayor que alrededor de las rápidas. Al mismo tiempo, hay que tener en cuenta que la capilarización reforzada se registra solamente en los músculos que han sido objeto de entrenamiento intenso para lograr la resistencia a la fatiga.

La composición y las peculiaridades estructurales de las fibras musculares están relacionadas directamente con las posibilidades del deportista de mostrar diversos tipos de resistencia a la fatiga. La aparición de una cantidad elevada de fibras ST en la estructura del tejido muscular refleja las premisas biológicas de los músculos de resistir la fatiga durante el trabajo de carácter aeróbico, y de las fibras FTa y FTb, de resistir la fatiga durante el trabajo de carácter anaeróbico. El aumento del área de fibras de uno u otro tipo en la sección transversal de los músculos refleja el incremento de la resistencia a la fatiga durante el trabajo de carácter aeróbico o anaeróbico.

Es bien sabido que cuanto mayor sea la densidad del volumen y las dimensiones de las mitocondrias y, respectivamente, más alta la actividad de los enzimas mitocondriales del metabolismo de oxidación, tanto mayor será la capacidad de los músculos de utilizar el oxígeno que lleva la sangre. Por esto, la parte de las mitocondrias en el volumen que se investiga, las áreas de mitocondrias en el tejido de los músculos, las superficies de las cristas mitocondriales, que a efectos de entrenamientos intensos pueden aumentar en un 15-25%, en un 35-46% y 65-75%, respectivamente, contribuye a evaluar la capacidad de los músculos para utilizar el oxígeno y realizar la nueva síntesis aeróbica del ATP.

La cantidad de glucógeno muscular corrobora la capacidad de los músculos para cumplir un trabajo duradero y es uno de los índices importantes que reflejan el volumen del proceso aeróbico. A efectos del entrenamiento la cantidad de glucógeno muscular puede aumentar en un 50-60% y más (Hermansen y Hultman, 1980).

Para ampliar la información sobre el nivel de posibilidades aeróbicas del deportista, se registran muchos otros indicadores que ofrecen suficiente información: volumen global de la sangre circulante y, correspondientemente, de la cantidad de hemoglobina, volumen del plasma circulante, volumen de eritrocitos circulantes, concentración de proteínas en el plasma, presión sistólica y de pulso, capacidad de los músculos de oxidar carbohidratos y, muy especialmente, las grasas, etc.). Estos índices, conjuntamente con los antes mencionados, permiten estudiar mejor las posibilidades aeróbicas de los deportistas y revelar las posibilidades de su aumento.

Control de la economía

Para controlar la economía del aprovechamiento del potencial energético se usan diversos índices registrados en el proceso de cumplimiento de cargas específicas de variable potencia y duración, y en el período de recuperación después de terminar la ejecución de dichas cargas.

Pueden destacarse los índices integrales que llevan la información global sobre la eficacia mecánica y la economía de los procesos energé-

ticos. En la práctica deportiva se usa ampliamente el registro de la eficacia mecánica del trabajo (definida como relación entre la cantidad de energía necesaria para ejecutar el trabajo y la cantidad de energía gastada). En las condiciones de cargas estándar la eficacia mecánica del trabajo es más alta en los deportistas cualificados, variando en los límites de 25-27%, y la de los individuos sedentarios, en los límites de 20-22%.

El *equivalente de oxígeno* en el trabajo se calcula por la cantidad de oxígeno gastado por unidad de trabajo (mlO_2/Wt). Los deportistas de elevada categoría tienen el valor oxigénico de trabajo 40-50% más grande que las personas que practican deporte. Los índices especialmente elevados se registran en caso de los deportistas especializados en las modalidades que plantean altas exigencias para la ejecución de trabajos de carácter aeróbico (maratón, ciclismo de carretera, etc.). Por ejemplo, los corredores relevantes de larga distancia, en las condiciones de trabajo ergométrico al nivel de UMAN acusan magnitudes de valor oxigénico de trabajo iguales a 16,5 mlO_2/Wt; los deportistas especializados en enfrentamientos individuales, tienen la demanda de oxígeno por unidad de trabajo considerablemente más alta, igual a 19-20 mlO_2/Wt, mientras los individuos sedentarios la tienen igual a 22-24 mlO_2/Wt.

El registro de índices locales para evaluar la economía de las funciones concretas que determinan la eficacia mecánica del trabajo y la economía de los procesos energéticos, propician un control más diversificado del ahorro del trabajo. Tales índices son: el equivalente hemodinámico y el de ventilación, el valor del trabajo calculado en pulsaciones cardíacas, etc.

El *equivalente hemodinámico* (unidades convencionales) representa la relación entre la cantidad de sangre propulsionada por el corazón en un latido y el consumo de oxígeno, y refleja la eficacia de la utilización del oxígeno contenido en la sangre, que llega a los órganos que trabajan. A los deportistas de alta clase, que se destacan por una elevada eficacia del sistema de utilización del oxígeno, a menudo se les registran magnitudes del orden de 6,25-6,50, mientras el equivalente hemodinámico, en el caso de los deportistas especializados en las modalidades de fuerza-velocidad, así como de los individuos sedentarios no alcanza valores menores a 8-9 u.c.

El *equivalente de ventilación* (unidades convencionales) representa en sí la relación entre la ventilación de los pulmones y el consumo de oxígeno, reflejando la eficacia de la utilización del oxígeno extraído del aire inhalado. En el caso de deportistas de elevada categoría la eficacia de la utilización de oxígeno es mayor (24,5 u.c.) que la de los individuos no entrenados y los deportistas que practican modalidades de fuerza-velocidad (30-35 u.c.).

El índice del equivalente de oxígeno en la respiración (mlO_2/lVO_2) caracteriza la eficacia mecánica del aparato de respiración exterior, y se determina por la relación entre el consumo de oxígeno gastado para el trabajo de los músculos respiratorios, y el consumo de oxígeno durante el trabajo. Bajo el efecto de entrenamiento, el equivalente de oxígeno de la respiración disminuye sustancialmente, y para los deportistas de elevada categoría se encuentra al nivel de la ventilación pulmonar igual a 140 l/min 2,6 mlO_2/lVO_2, mientras para los deportistas poco entrenados es de 4,8-5 mlO_2/lVO_2.

El *vatio-frecuencia cardíaca* (vatio/pulsación) caracteriza el equivalente del pulso por unidad de trabajo, y se determina como la relación entre la potencia del trabajo y la FC durante la ejecución del mismo. Los deportistas de alto nivel tienen un watio-pulso, con la potencia de la carga igual a 3 w/kg, igual a 1,78 w/puls, mientras el índice análogo de los sedentarios es de 1,16 w/kg.

El *equivalente del pulso* en el trabajo (pulsaciones) constituye la cantidad total de contracciones del corazón durante el cumplimiento del trabajo de intensidad y duración estándar. En la práctica deportiva, para evaluar la economía, se utilizan tres variantes para valorar el equivalente de pulso. Se registra la frecuencia cardíaca durante el trabajo y se resta la de reposo. Se obtiene la característica más exacta cuando existe un número excesivo de contracciones del corazón registrado tanto durante el cumplimiento del trabajo como en el período de recuperación. La variante más simple, que es algo menos precisa, consiste en registrar el número de pulsaciones excesivas durante el período de recuperación que sucede al trabajo estándar. El equivalente del pulso en deportistas de élite que ejecutan un trabajo estándar puede ser 2 veces menor que en sedentarios.

Procedimientos organizativos y metodológicos usados en el control de las capacidades anaeróbicas y aeróbicas de los deportistas

Existe gran número de procedimientos organizativos y metodológicos para estudiar las posibilidades de suministro energético del trabajo. Los más eficaces se basan en el control de las capacidades de los deportistas en las condiciones de

diferente actividad física: del estado de relajación a la carga de alta intensidad.

Al evaluar las capacidades energéticas del organismo del deportista, la mayoría de las veces se usa, como carga, un trabajo dosificado de carácter cíclico sobre cicloergómetro o cinta ergométrica. El pedaleo en el cicloergómetro y la carrera en la cinta exige activar una considerable cantidad del aparato muscular, y en virtud de ello plantea altas exigencias al sistema de suministro energético. En las condiciones de tales cargas es fácil dosificar la potencia del trabajo, colocar en el cuerpo del deportista diferentes captadores y aparatos de medición que garantizan un estudio polifacético de sus posibilidades funcionales.

Conviene tomar en consideración que las cargas provocadas por la carrera y el pedaleo en el cicloergómetro proporcionan la información más exacta cuando se examina a corredores y ciclistas, porque para los deportistas de estas modalidades la carga es específica. También se logran buenos resultados en el análisis de los patinadores, esquiadores, futbolistas. Ahora bien, en las modalidades deportivas donde la carga preferencial recae en los músculos del tronco (por ejemplo, natación y remo), disminuye el efecto del análisis utilizando las cargas de trabajo impuestas por el cicloergómetro y la cinta ergométricas.

Por eso, junto a las pruebas de esfuerzo sobre cicloergómetro o cinta ergométrica, también se hacen exámenes en las condiciones específicas. Por ejemplo, en natación se emplea el recorrido de la distancia dosificada con el nadador remolcado, o en un canal hidrodinámico; en remo, el recorrido de la distancia en las condiciones naturales o en piscina especial; en diferentes modalidades de lucha se usan las cargas con la cantidad dosificada de proyecciones del maniquí, etc.

Conviene destacar que mientras más diversificado es el carácter de la actividad de entrenamiento y competición (modalidades de compleja coordinación, juegos deportivos y enfrentamientos individuales), o las condiciones en que se lleva a cabo (esquí de montaña, bobsleigh), más complicadas son las condiciones en que se recoge la información multifacética que refleja las posibilidades del suministro energético del trabajo. En estos casos hay que aceptar, como opción ineludible, una simplificación considerable del programa de controles, la disminución del número de índices registrados, lo cual, naturalmente, conduce a la reducción del volumen de información obtenida.

A menudo la evaluación de las posibilidades funcionales del deportista en las condiciones de tales casos no se hace a partir de los índices registrados durante el trabajo, sino por las reacciones de los sistemas funcionales más importantes del organismo en el período de recuperación más próximo. Cabe tener en cuenta que después de las cargas intensas y prolongadas, durante el primer minuto del período de recuperación las reacciones del organismo del deportista, por regla general, no se diferencian de modo sustancial de aquellas que se registraron durante el trabajo (Platonov, 1988; Hollmann y Hettinger, 1980).

En la planificación del régimen de trabajo cuando se controlan las capacidades de los procesos anaeróbicos y aeróbico, se parte de la necesidad de planear un trabajo de tal duración e intensidad, que garantice la activación máxima posible de los procesos correspondientes.

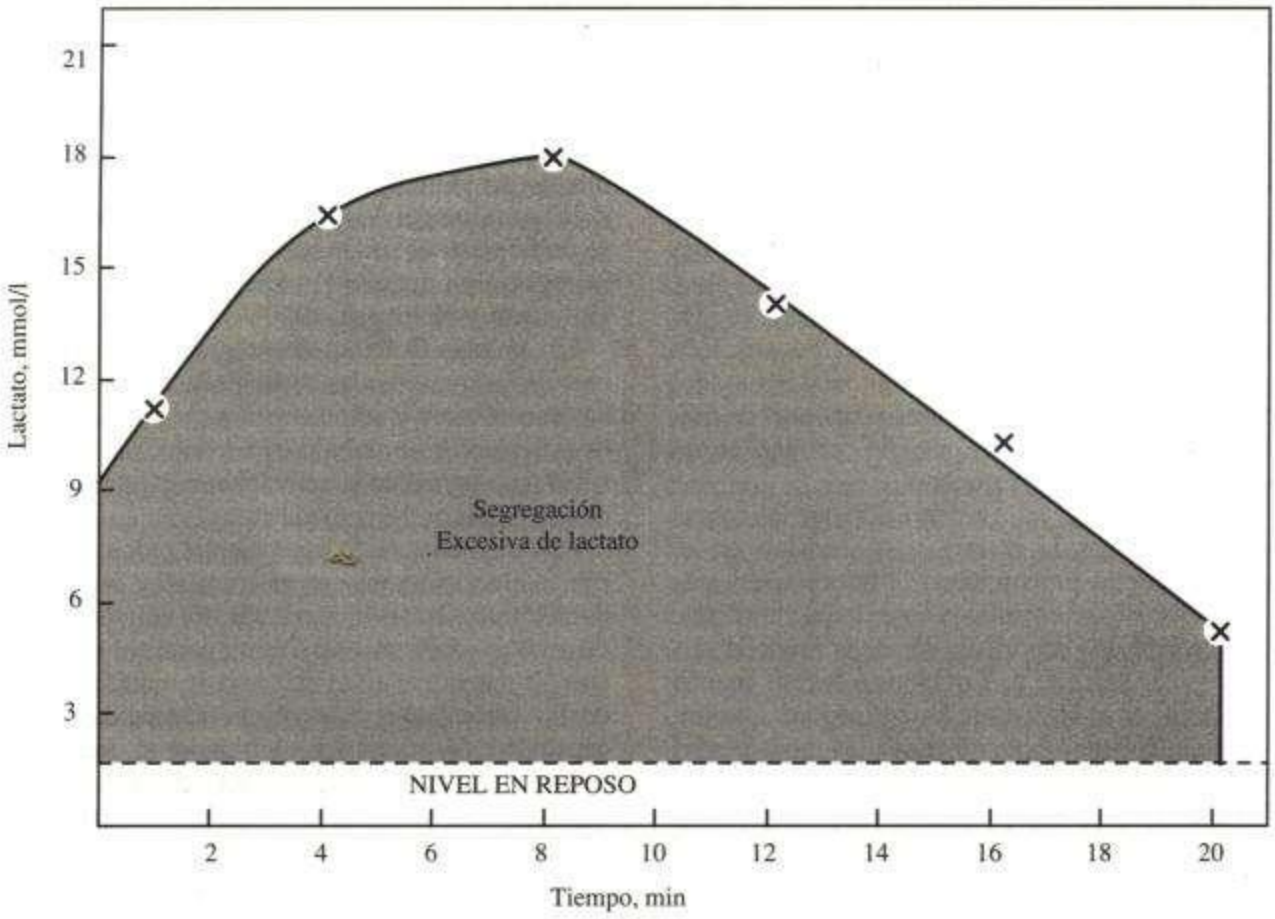
Para el control de la potencia del proceso anaeróbico alactácido, las cargas entre 15 y 30 seg de duración son las más oportunas. El volumen total de trabajo durante este lapso permite alcanzar completamente el nivel máximo de manifestación de las capacidades anaeróbicas alactácidas, y la capacidad de mantener el trabajo al final del período de carga refleja, en medida sustancial, la capacidad del proceso aeróbico alactácido.

Se procede de manera análoga también para evaluar la potencia del proceso anaeróbico lactácido. La duración de la carga en este caso aumenta hasta 45-90 seg. Además del volumen total de trabajo para evaluar la potencia del proceso anaeróbico se registran la deuda máximo de oxígeno y sus fracciones lactácida y alactácida, la concentración de ácido láctico, las modificaciones del estado ácido-básico y los índices más locales (cantidad de ATP en el músculo, la actividad de los fermentos de glucólisis, etc.).

En el estudio de la potencia y capacidad del proceso anaeróbico lactácido la toma del aire espirado y el registro de la ventilación pulmonar se hacen durante 20-30 min, lo cual resulta suficiente para obtener información objetiva (Míschenko, 1990).

Conviene realizar una toma de sangre para determinar la concentración máxima de ácido láctico y otros índices que testimonian la potencia del proceso anaeróbico lactácido en los minutos 4, 6 y 8 de la recuperación después de la carga dada.

Para determinar la capacidad del proceso anaeróbico lactácido, es necesario aumentar la duración de la carga hasta 3-5 min. Además parece más conveniente trabajar con intervalos de 4 x 1 min con la intensidad máxima y disminuyendo los intervalos hasta 120 seg, 60 seg y 30 seg. Además del trabajo cumplido en el test concreto, es necesario registrar la concentración de ácido láctico. A



Ilustr.157. *Determinación de la concentración excesiva de lactato para evaluar la capacidad lactácida anaeróbica.*

estos efectos se toman pruebas de sangre en 1, 4, 8, 12, 16 y 20 min de trabajo. Partiendo de la diferencia entre la magnitud global del lactato producido durante el período concreto y de la suma del lactato producido en este tiempo en las condiciones de sosiego, se valora la magnitud de la concentración excesiva de lactato (véase ilustr.157).

A diferencia del control de las posibilidades anaeróbicas, el estudio de la potencia y capacidad del proceso aeróbico, así como de la economía, exige cargas mucho más duraderas. Las pruebas pueden realizarse en condiciones de cargas prolongadas y continuas. En algunos casos (por ejemplo, teniendo en cuenta la capacidad del organismo de mantener el consumo de oxígeno a un nivel alto), tales cargas pueden durar 60-100 min. Sin embargo, se da prioridad a las cargas cuya potencia aumenta por fases. En particular, al valorar las posibilidades aeróbicas de las deportistas más fuertes que forman parte de los selecciones soviéticas y se especializan en ciclismo (carretera), el más eficiente fue el siguiente esquema: carga inicial de 2 w/kg, aumentando la carga 25 vatios cada 2 min hasta el logro de las posibilidades individuales del consumo de oxígeno (nivel de potencia crítica) que se determina en base al momento en que cesa el incremento del consumo de oxígeno y por tanto a la estabilización de la curva de este consumo.

El trabajo a nivel de potencia crítica prosigue hasta el momento en que el deportista no puede mantener la carga al nivel de potencia planteado de antemano.

A título de ejemplo mencionaremos el esquema de la carga, utilizado a la hora de examinar a un destacado ciclista de carretera que en el momento de la prueba pesaba 75 kg. El nivel de partida de la potencia (los primeros 2 min) constituyó 150 vatios (75 x 2). Luego la potencia se venía aumentado a razón de 25 vatios cada 2 min. En el minuto 22, el deportista alcanzó el nivel crítico de carga: 400 vatios (5,33 w/kg). El deportista pudo mantener su capacidad de trabajo al nivel crítico de potencia de la carga durante 23 min, y en total trabajó durante 45 min.

La potencia del proceso aeróbico puede ser valorada bastante bien según el índice de la mag-

nitud relativa de la potencia crítica de la carga (w/kg), mientras que su capacidad según la duración del trabajo crítico (min). El análisis integral del rendimiento aeróbico y de la economía del trabajo puede efectuarse durante el trabajo y en el período de recuperación, después de terminado éste, basándose en un apreciable número de índices muy diversos que reflejan el potencial del sistema de transporte de oxígeno, analizado en el apartado «Control de la potencia y capacidad de procesos aeróbicos» del presente capítulo.

Conviene señalar que los modernos aparatos de diagnóstico con ordenador incorporado, permiten obtener rápidamente toda la información sobre las posibilidades funcionales del deportista.

Métodos pedagógico-deportivos para valorar las posibilidades aeróbicas y anaeróbicas de los deportistas

Para valorar plenamente las posibilidades del sistema de sustentación energética es necesario registrar un número nada despreciable de diversos índices, utilizar aparatos bastante complejos y realizar una amplia gama de pruebas. Cabe subrayar que respecto a muchas modalidades deportivas no se logra llevar a cabo el examen facultativo durante cargas específicas, lo que afecta considerablemente la calidad de los controles. Además, sólo se puede realizar el programa completo de control de los sistemas energéticos en reducidos grupos de deportistas de alta cualificación, que necesitan de un análisis especialmente preciso de su preparación y para determinar sus posibilidades potenciales. En lo que se refiere a la amplia práctica deportiva, es plenamente posible efectuar la valoración si nos basamos en un círculo limitado de índices relativamente simples que caracterizan las posibilidades de los deportistas a partir de diversos factores manifiestos de su preparación funcional.

Es evidente que, si para realizar un trabajo concreto, es necesario movilizar los procesos aeróbicos y anaeróbicos, la capacidad de trabajo de los deportistas refleja el nivel de sus posibilidades aeróbicas y anaeróbicas. Por esta razón, en la práctica deportiva están divulgados los tests que permiten valorar la potencia y capacidad de los procesos aeróbicos y anaeróbicos de los deportistas.

Para valorar las posibilidades anaeróbicas alactácidas se utilizan los tests basados en la ejecución de una carga de trabajo durante 25-45 seg, de un trabajo específico con intensidad máxima, como podrían ser las carreras a las distancias de 200 y 400 m, la natación de 50 y 75 m; y en la lucha proyecciones del maniquí a un ritmo máximo, etc. En todos estos casos será posible determinar el índice referente a la relación de la capacidad de trabajo en el test respecto al nivel máximo de las posibilidades durante un trabajo menos duradero (hasta 15 seg) o al nivel registrado al comienzo del test (5-10). Procede señalar que cuanto más se acerque a 1 el índice, tanto mayores serán las posibilidades anaeróbicas. Las investigaciones demuestran que dichos tests proporcionan suficiente información y son seguros.

Con el fin de valorar las posibilidades anaeróbicas lactácidas es conveniente aplicar los test basados en el trabajo interválico: 4-6 x 30 seg a la velocidad máxima con pausas de 10-15 seg. Los resultados se valoran del mismo modo que en el grupo anterior. Los resultados de estos últimos están estrechamente vinculados con las magnitudes de la concentración máxima de lactato en sangre y con la deuda de oxígeno lactácido de los músculos, y son bastante fiables.

La valoración directa de las posibilidades aeróbicas puede ser efectuada partiendo de la distancia que el deportista cubre durante 10-12 min. Sin embargo, por motivos técnicos no siempre es fácil determinar con precisión la distancia que el deportista cubre en el tiempo fijado. Por ello, se emplean más a menudo los tests basados en recorrer las distancias rigurosamente marcadas a la velocidad máxima cuya longitud asegura el trabajo durante 10-12 min. Los índices de la resistencia a la fatiga en los test mencionados dependen del consumo máximo de oxígeno. Por ejemplo, según datos del test recomendado para evaluar las posibilidades aeróbicas de los nadadores (cubrir la distancia de 1.000 m a velocidad máxima) guarda estrecha relación con el consumo máximo de oxígeno, la máxima ventilación pulmonar y la circulación de la sangre por el corazón.

Junto a tests vinculados con la distancia, el nivel de las posibilidades aeróbicas puede ser determinado con precisión a partir de los resultados proporcionados por los tests compactos de intervalos. A título de ejemplo mencionaremos un test que se recomienda para valorar las posibilidades aeróbicas de los nadadores profesionales: cubrir a nado diez tramos de 50 m con pausas de 30 seg. En este test, los resultados referentes a la capacidad laboral están estrechamente vinculados con el nivel de consumo máximo de oxígeno, lo que evidencia que dicho test proporciona mucha información. Estimamos necesario analizar más a fondo la utilidad de este test. El rendimiento de los nadadores, al cubrir tramos de 50 m a velocidad máxima con pausas de 30 seg entre éstos, se

asegura en una medida más o menos igual a costa de fuentes aeróbicas y anaeróbicas de energía. Cabe señalar que al cubrir los primeros tres o cuarto tramos prevalecen las vías anaeróbicas de la nueva síntesis de ATP y al cubrir las cuatro o cinco últimos, las aeróbicas. Es obvio que si el principal factor que determina el valor informativo de dicho test ha sido la intensidad y duración de trabajo, se pondría en entredicho la posibilidad de utilizarlo para valorar el rendimiento aeróbico. En este test, la capacidad de trabajo depende considerablemente de la intensidad de la recuperación en los intervalos de descanso, la cual está directamente vinculada con la eficacia del sistema de respiración externa y de utilización de oxígeno. No debe olvidarse que después de efectuar un trabajo de intensidad máxima se registran los valores óptimos del consumo de oxígeno, ya que durante este período se crean las condiciones óptimas para el funcionamiento del aparato de respiración externa, del transporte de oxígeno y su absorción por los tejidos. Sin embargo, el tiempo asignado a las pausas (30 seg) es insuficiente para que se produzca una recuperación completa, y, por ende, el recorrido de cada tramo nuevo va acompañado de cambios cada vez más profundos en el organismo del deportista.

Está claro que la velocidad media de nado que el deportista es capaz de mantener cubriendo todos los tramos fijados por el test, depende de la cantidad de oxígeno consumido en las pausas, es decir, que depende de la capacidad del organismo de recuperarse rápidamente después de las cargas de velocidad.

Los principios de elección de los tests, examinados en el presente artículo, pueden ser aplicados en cualquier modalidad, basándose en la utilización de ejercicios estrictamente reglamentados destinados a desarrollar la resistencia especial a la fatiga de los deportistas. Por ejemplo, para controlar las posibilidades funcionales de los luchadores, se consideraron como objetivos los siguientes tests:

1. Para determinar las posibilidades anaeróbicas alactácidas: «Proyecciones del maniquí con flexión de tronco al ritmo máximo durante 30 seg» (se valora la relación del tiempo en que se cumplen las primeras tres proyecciones respecto al tiempo del cumplimiento de las tres últimas).

2. Para determinar las posibilidades anaeróbicas lactácidas: «Proyecciones del maniquí con flexión de tronco a razón de 15 proyecciones por minuto» (la resistencia a la fatiga se valora partiendo del tiempo de trabajo a un ritmo fijado de antemano).

3. Para determinar las posibilidades aeróbicas: «Proyecciones del maniquí con flexión de tronco a razón de 7,5 proyecciones por minuto» (la resistencia a la fatiga se valora durante el trabajo a un ritmo dado).

Los índices indirectos –la deuda de oxígeno general o la concentración de ácido láctico en sangre después de cubiertos los tramos previstos– permiten controlar con éxito la economía del esfuerzo físico. Por ejemplo, a dos nadadores que han registrado el resultado igual en la distancia de 400 m, se les propuso ejecutar el programa del test: 3 x 200 m con intervalos de 1 min y una velocidad al 90% de la máxima. Después de cubrir los tramos, en un nadador fue registrado el débito de oxígeno de 9 l (129 ml/kg), mientras que en el otro, 5,6 l (80 ml/kg) con la capacidad laboral equitativa. Los resultados del test permiten hacer una valoración más alta del trabajo que caracteriza al segundo nadador: este deportista ha registrado el mismo resultado con una activación considerablemente menor de los procesos anaeróbicos.

Peculiaridades del control de la resistencia a la fatiga en diversas formaciones estructurales del proceso de entrenamiento

La correspondencia de los tests y los métodos que se aplican, con el carácter específico de las tareas planteadas y con las particularidades del proceso de entrenamiento en diferentes etapas del macrociclo o del año es un aspectro importante del control de la preparación física especial. En particular, esto presupone la existencia de ciertas diferencias en los programas de control, que se aplican en la primera y segunda etapa del período preparatorio y del período de competiciones, lo que obedece a la necesidad de valorar las cualidades y capacidades principales para cada período concreto de entrenamiento, a la necesidad de controlar, en primer lugar, aquellas cualidades físicas cuyo perfeccionamiento estaba previsto por los programas de entrenamiento. Por ejemplo, la determinación de la resistencia a la fatiga de los nadadores que se especializan en la distancia de 200 m se realiza en la primera etapa del período de entrenamiento mediante un test de carácter aeróbico, en la segunda etapa, utilizando un test de carácter aeróbico-anaeróbico (glucolítico); y en el período de competiciones, principalmente mediante tesis de carácter anaeróbico (glucolítico) (véase el cuadro 33). A la hora de valorar los resultados del test, junto con la velocidad del movimiento en el período de recuperación, se registran los índices de FC, concentración de

Característica de los tests			
Distancia	**Período de entrenamiento**		**Período de competiciones**
	1 etapa	**2 etapa**	
Distancia	Período de entrenamiento		
	1 etapa	2 etapa	Período de competiciones
100 m	6x200 m, velocidad 90%, intervalos de 30 seg entre series	4x200 m, velocidad 95%,intervalos de 15 seg entre series	4x50 m,velocidad 100%, intervalos de 10 seg entre series
200 m 400 m	1000 m en un régimen de distancias, velocidad máxima	4x200 m, velocidad 90%, intervalos de 20 seg entre series	8x50 m, velocidad 100%, intervalos de 15 seg entre series
800 m 1.500 m	2000 m en un régimen de distancias velocidad máxima	4x400 m, velocidad 90%, intervalos de 30 seg entre series	6x200 m, velocidad 90%, intervalos de 20 seg entre series

Cuadro 33. *Tests que se aplican para determinar la resistencia a la fatiga de los nadadores en diversos períodos del macrociclo*

lactato en sangre, ventilación pulmonar después de finalizar el trabajo, etc. De igual manera se debe valorar la resistencia a la fatiga del deportista en diversas etapas del entrenamiento anual.

Los programas estandarizados de entrenamientos ofrecen indudable interés práctico para cumplir las tareas del control por etapas en diferentes fases del macrociclo de entrenamiento. La determinación de la capacidad de trabajo durante la ejecución de algunos ejercicios y de programas de ejercicios en conjunto permite obtener la información necesaria para valorar la eficacia del proceso de entrenamiento en la etapa anterior y para elaborar un plan para la etapa siguiente. A estos efectos, en las etapas idénticas del entrenamiento es conveniente planear una serie de ejercicios que persiguen un objetivo concreto y realizados según el programa estandarizado. Por ejemplo, entrenando a los deportistas que se especializan en aquellas modalidades que exigen un alto nivel de desarrollo de las posibilidades aeróbicas y anaeróbicas, en la primera mitad del período preparatorio es necesario efectuar ejercicios de control para desarrollar la resistencia a la fatiga durante el trabajo de carácter aeróbico y la resistencia de carácter mixto (aeróbico-anaeróbico), ejercicios de fuerza. A finales de la segunda etapa del período de entrenamiento, es necesario incluir ejercicios que desarrollen fuerza-velocidad y fuerza, y que contribuyan a incrementar la resistencia especial a la fatiga. La toma de consideración y la comparación de la capacidad laboral durante el cumplimiento de programas estandarizados de ejercicios en diversos macrociclos permite determinar la dinámica del perfeccionamiento de diversos aspectos de la preparación del deportista y la eficacia de los métodos y medios aplicados y organizar mejor el proceso de entrenamiento en el próximo macrociclo. El registro de diversos índices que muestran el estado funcional de los importantísimos sistemas del organismo, en el proceso de cumplimiento de programas de

Examen	**Resultado promedio del test (seg).**	**Concentración de lactato sanguíneo al finalizar el test (mmol/l)**	**Numero total de pulsaciones en los 3 min de recuperación**
1	122,3	9,2	436
2	122,1	8,3	425
3	122,2	9,1	441

Cuadro 34. *Capacidad de trabajo y contenido de lactato en la sangre del remero cumpliendo el programa del test «6x500 m a la velocidad del 90% e intervalos de 10 seg.»*

entrenamiento, contribuye a aumentar el volumen de la información útil. En la práctica contemporánea se utiliza más ampliamente el registro de la frecuencia cardíaca, ventilación pulmonar, consumo de oxígeno, concentración de lactato en sangre, equilibrio ácido-base, de la circulación de la sangre en el corazón y del volumen sistólico. En este caso, además de valorar la capacidad laboral, se logra averiguar a qué precio sería posible cumplir los programas dados y hasta qué punto han aumentado las posibilidades de los principales sistemas funcionales y elevado las capacidades de economizar esfuerzos físicos.

Aduciremos un ejemplo sencillo de control de la dinámica del cambio de las posibilidades funcionales de los piragüistas durante el período de entrenamiento en que éstos dedican mucha atención al trabajo para aumentar las posibilidades aeróbicas. Es sabido que con las cargas contemporáneas, tal trabajo, si falta control, conduce frecuentemente a varios cambios prepatológicos y patológicos de los órganos internos, siendo especialmente afectado el corazón. Es difícil registrar con instrumentos los primeros síntomas de tales cambios, cuando es posible todavía prevenirlos. Al mismo tiempo, la utilización de tests especiales con el registro de lactato y de la frecuencia cardíaca en el período de recuperación hace posible caracterizar con suficiente precisión la dinámica de las posibilidades funcionales del organismo del deportista. Por ejemplo, en el cuadro 34 figura la dinámica semanal de la capacidad de trabajo, de la concentración de lactato en sangre y del número de pulsaciones durante 3 min del período de recuperación del remero profesional después de cumplido el programa del test «6 x 500 a una velocidad del 90% de la máxima e intervalos de 1 min de descanso».

Comparando los resultados del segundo examen con los resultados del primero, es fácil que en los deportistas aumentaron sustancialmente las posibilidades funcionales. Un aumento insignificante de la capacidad de trabajo en el test (0,2 seg en cada tramo de 500 m) iba acompañado de una disminución considerable de lactato después del cumplimiento del programa del test (en 0,9 mmol/l) y el número de pulsaciones durante 3 min del período de recuperación (en 11 puls). Por el contrario, los resultados del tercer examen muestran el aumento de la fatiga de los deportistas, la disminución de la economía de las funciones, un agotamiento más profundo de las posibilidades funcionales del organismo y el empeoramiento de las reacciones de recuperación. Lo demuestra convincentemente el aumento de la concentración de lactato en sangre después del cumplimiento del programa del test (en 0,8 mmol/l) y de la frecuencia cardíaca durante 3 min del período de recuperación (en 16 puls) respecto a los resultados del segundo examen.

Bibliografía

Arganovski M.A. «*Las Bases del método de entrenamiento* ». Esquí de fondo: Manual para los Institutos de Educación Física. Redactado por M.A. Arganovski. Moscú, Fizcultura y Sport, 1980. Págs. 75-114.

Alexieiv S.V., Mozgovoi P.V. «*La individualización del proceso de aprendizaje y entrenamiento en el deporte de trineo* », en Boletín deportivo científico, nº 5, 1988. Págs. 23-25.

Alijánov I.I. *La técnica y la táctica en lucha libre*. Moscú, Fizcultura y sport, 1986. 304 págs.

Anojin P.J. *Ensayo sobre la fisiología de los sistemas funcionales*. Moscú, Meditsina, 1975. 402 págs.

Arinchín N.I., Guírdiuk Yu. I. «*El grado de información de algunos índices para valorar el estado de la hemodinámica central de los deportistas* », en Boletín deportivo científico, 1989, nº 5 Págs. 32-34.

Arkáiev L. Ya., Cheburaiev V.S. «*Resultados de la preparación de cuatro años y de la participacion de la selección masculina de la URSS de gimnasia masculina en los Juegos Olímpicos de 1988* », en Boletín deportivo científico, 1988, nº 5. Págs. 9-14.

Baryshev B.P., Sharova T.L. «*Los patinadores soviéticos en los Juegos Olímpicos de Calgary*», en Boletín deportivo científico, 1988, nº 5. Págs. 17-21.

Bersntein N.A. *Ensayos sobre la fisiología de los movimientos y sobre la fisiología de la actividad*. Moscú, Meditsina, 1986. 349 páginas.

Boĭko V.F. *Metodología para evaluar y desarrollar la resistencia especial de los luchadores de alto nivel*. Kiev, Instituto de Educación física de Kiev, 1981. 46 páginas.

Boichenko S.D., Diumin I.M., Koganov V. Ya., Rumiantsev G.A., Uelski A.V. «*La máquina de entrenamiento para la prepatación técnica de los esgrimistas* », en Boletín deportivo científico, 1985, nº 5. Págs. 36-37.

Boloban V.N. *La acrobacia deportiva*. Kiev, Visha shkola, 1988. 168 págs.

Boloban V.N. *El sistema de aprendizaje de los movimientos en condiciones que implican mantenimiento de la estabilidad estatodinámica*. Resumen de tesis doctoral en ciencias pedagógicas. Kiev, 1990. 45 páginas.

Bondarchuk A.P. *El lanzamiento de martillo*. Moscú, Fizcultura y sport, 1985. 111 páginas.

Bondarchuk A.P. *El entrenamiento del atleta*. Kiev, Zdorov'ya, 1986. 100 páginas.

Bulátova M.M. *Optimización del proceso de entrenamiento a partir del desarrollo de la potencia y del ahorro del sistema de suministro de energía de los deportistas (material de ciclismo)*. Resumen de tesis doctoral en ciencias pedagógicas. Kiev, 1984. 24 págs.

Vaitsejovski S.M. «*El entrenamiento deportivo* ». Natación: Manual pata los Institutos de Educación Física. Redactado por N.Zh. Bulgákova. Moscú, Fizcultura y sport, 1984. Págs. 192-232.

Vaitsejovski S.M. *El sistema de preparación deportiva de los nadadores para los Juegos Olímpicos*. Resumen de tesis doctoral. Moscú, 1985. 52 págs.

Vaítsejovski S.M., Kiselev A.P. «*Las nuevas posibilidades de la preparación de fuerza en el agua* », en Boletín deportivo científico, 1988, nº 6. Pág. 16-17.

Verjoshanski Yu. V. *Bases de la preparación especial de los deportistas*. Moscú, Fizcultura y sport, 1988. 331 págs.

Viru A.A. «*Transformaciones en el intercambio proteínico en los procesos de adaptación* ». Problemas fisiológicos de la adaptación. Tartu, Minvuz SSSR. 1984, Págs. 13-18.

Volkou N.I. «*El control biomecánico en el deporte: problemas y perspectivas* », en Teoría y práctica de la Educación Física, 1975, nº 11. Pág. 61.

Volkova E.V., Trianóvskaia M.L. «*Investigación sobre el metabolismo metabólico en los deportistas especializados en maratón* », en Boletín deportivo científico, 1989, nº 5. Págs. 22-24.

Voroviev A.N. «*Metodología del entrenamiento* ». Halterofilia: Manual para los institutos de Educación Física. Redactado por A.N. Vorobiov. Moscú, Fizcultura y sport, 1981. Págs. 117-189.

Ganliunene A.V., Chizhauskas A.I. «*La resistencia de velocidad y la productividad anaeróbica de los jugadores de baloncesto* », en Boletín deportivo científico, 1989, nº 5. Pág. 20-21.

Gandelsman A.B., Simov K.M. *Las bases fisiológicas de la metodología del entrenamiento deportivo*. Moscú, Fizcultura sport, 1970. 231 pág.

Guelfand I.M., Tsetlin M.L. «*Sobre la modelación matemática del sistema nervioso central* ». Modelos de la organización estructural y funcional de distintos sistemas biológicos. Moscú, Naúka, 1966. Págs. 9-26.

Godik M.A. *El control de las cargas de entrenamiento y de competición*. Moscú, Fizcultura y sport, 1980. 136 páginas.
Godik M.A. «*Las bases metrológicas del control del estado de preparación física de los deportistas* ». Metrología deportiva. Moscú, Fizcultura y sport, 1982. Págs. 175-202.
Godik M.A. *La metrología deportiva*. Moscú, Fizcultura y sport, 1988. 192 págs.
Gomelski A. Ya., Rodiónov A.V. «*Resultados de la preparación y de la participación de la selección nacional de la URSS de baloncesto en los Juegos Olímpicos de 1988* », en Boletín deportivo científico, 1989, nº 1-2, págs. 66-69.
Gollnick F.D., Germansen L. «*La adaptación biomecánica a los ejercicios: el metabolismo anaeróbico* ». La ciencia y el deporte. Moscú, Progress, 1982. Págs. 14-59.
Gorski L. *El entrenamiento de los jugadores de hockey*. Moscú, Fizcultura y sport, 1981. 224 págs.
Goriaiev V. Ya., Zaitsev V.K., Koiguerova L.V., Muraviov V.N. «*Las tendencias del desarrollo y de la aplicación de las máquinas de entrenamiento y musculación en la práctica deportiva* », en Boletín deportivo científico, nº 5, 1989, págs. 34-36.
Grishina M.V. *La preparación de los patinadores sobre hielo: las bases de los ejercicios*. Moscú, Fizcultura y sport, 1986. 43 páginas.
Guzholovski A.A. *Las bases de la teoría y de la metodología de la educación física* : manual. Moscu, Fizcultura y sport, 1986. 356 páginas.
Gurfinkel V.S., Kotz Ya. M., Shik M.L. *La regulación de la postura del ser humano*. Moscú, Naúka, 1965. 257 páginas.
Dajnovski V.S., Leschenko S.S. *La preparación de los luchadores de alto nivel*. Kiev, Zdorov'ya, 1989. 192 páginas.
Dagtiariov I.P. «*La educación de las aptitudes físicas del boxeador* ». Boxeo: Manual para los institutos de Educación Física. Bajo la redacción de I.P. Degtiariov. Moscú, Fizcultura y sport, 1979. Pág. 90-105.
Donskoi D.D. *La biomecánica con las bases de la técnica deportiva*. Moscú, Fizcultura y sport, 1971. 287 páginas.
Donskoi D.D. «*La teoría de la estructuración de las acciones* ». Teoría y práctica de la educación física. 1991. nº 3. págs. 9-13.
Diachkov V.M. *El perfeccionamiento de la maestría técnica de los deportistas*. Moscú, Fizcultura y sport, 1972. 231 págs.
Yerdakov S.V., Kapionov V.A., Mijailov V.V. *El entrenamiento de los ciclistas de ruta*. Moscú, Fizcultura y sport, 1990. 175 págs.
Zaporozhanov V.A. *El control en el entrenamiento deportivo*. Kiev, Zdorov'ya, 1988. 144 págs.
Zatsiorski V.M. *Las aptitudes físicas del deportista (bases de la teoría y de la metodología de la educación)*. 2ª edición. Moscú, Fizcultura y sport, 1980. 200 páginas.
Zatsiorski V.M. *La metrología deportiva*. Moscú, Fizcultura y sport, 1982. 256 págs.
Zimkin N.V. *La fisiología del ser humano*. Moscú, Fizcultura y sport, 1975. 496 págs.
Zimkin N.V. «*Las características fisiológicas de las particularidades de la adaptación del aparato motor a los distintos tipos de actividad* ». Simposio mundial de la fisiología de la adaptación (Tallin, 1984). Tartu, Minvuz SSSR, 1984. Págs. 73-76.
Iványov V.V. *El control complejo en la preparación de los deportistas*. Moscú, Fizcultura y sport, 1987. 256 págs.
Izrael Z. «*La adaptación óptima del corazón a la carga física* ». El deporte en la sociedad moderna. Materiales del congreso mundial científico (Moscu, Noviembre de 1974). Moscú, Fizcultura y sport, 1974. pág. 283.
Karpman V.L., Liúbina B.G. *La dinamica de la circulación sanguínea en los deportistas*. Moscú, Fizcultura y sport, 1982. 136 págs.
Keller V.S. «*El sistema de las competiciones deportivos y la actividad competitiva de los deportistas* ». La teoría del deporte. Kiev, Visha Shkola, 1987. Págs 66-100.
Kolaní L., Gorski L. *El entrenamiento de los jugadores de fútbol*. Moscú, Fizcultura y sport, 1984.
Kolesov A.I. «*Resultados de los XXIV Juegos Olímpicos de Seul y objetivos para la preparación de la Olimpiada de 1992*», en Boletín deportivo científico, nº 1-2, 1989, págs. 3-9.
Koloskov V.I., Tijonov V.V., Koluzgánov V.M. «*Los jugadores de hockey soviéticos en su camino hacia las medallas olímpicas* », en Boletín deportivo científico, nº 5, 1988, págs. 13-17.
Koloskov V.I., Tiulenkov S. Yu., Byshovets A.F., Gadzhiev G.M., Salkov V.M. «*Los resultados de la preparación y de la actuación de los futbolístas soviéticos en los XXIV Juegos Olímpicos* », en Boletín deportivo científico, 1989, nº 1-2, págs. 54-62.
Kotarski V.P., Sorokin N.N. *La técnica de la lucha grecorromana*. Moscú, Fizcultura y sport, 1978. 280 págs.
Koriaguin V.M., Mujin V.N., Bozhenar V.A. *El baloncesto*. Kiev, Vischa shkola, 1989. 232 págs.
Kotz Ya. M. «*Las bases fisiológicas de las aptitudes físicas (motoras)* ». *La fisiología deportiva*. Moscú, Fizcultura y sport, 1986. Págs. 53-103.
Kréiev V.A., Popóv V. B. *Los saltos de atletismo*. Moscú, Fizcultura y sport, 1986. 176 págs.
Kuzminá N.I., Lisistkaia T.S. «*Resultados de la preparación y de la actuación de la selección nacional de la URSS en gimnasia rítmica en los Juegos Olímpicos de 1988* », en Boletín deportivo científico. 1989, nº 1-2. Págs. 14-20.
Kuptsóv A.P. «*Las bases de la metodología de la lucha* ». Lucha deportiva: manual para Institutos de Educación Física. Redactado por A.P. Kuptsóv, Moscú, Fizcultura y sport, 1978. Págs. 317-362.
Latyshkevich L.A., Turchion I.E. y otros autores. *El balonmano*. Kiev, Vischa shkola, 1988. 199 páginas.
Liaj V.I. «*La coordinación de los escolares*». Misnk, Polymia, 1989. 160 págs.
Liaj V.I. «*La interrelación entre la coordinación y los hábitos motores: aspecto teórico* ». Teoría y práctica de la educación física. 1991, nº 3. Págs. 31-36.
Maltsev N.P., Kriazhev V.D. «*La experiencia de la preparación de T. Samolenko* », en Boletín deportivo científico. 1989, nº 1-2. Págs. 31-35.
Mamatov V.F. «*Los resultados de los XV Juegos Olímpicos de invierno y los objetivos para los Juegos de 1992* », en Boletín deportivo cientifico. 1988, nº 5 Págs. 3-9.

Manzhosov V.N. *El entrenamiento de los esquiadores de velocidad. Ensayo teorico y metodológico.* Moscú, Fizcultura y sport, 1986. 96 págs.
Martynov V.S., Ivanov V.A., Filimonov V. Ya., Grushin A.A., Golovachov A.I. «*Análisis de la preparación de los esquiadores para los XV Juegos Olímpicos de invierno* », en Boletín deportivo científico. 1988. nº 5, págs. 9-12.
Matvéiev L.P. *Las bases del entrenamiento deportivo.* Moscú, Fizcultura y sport, 1977. 280 págs.
Medvediev A.S. *El sistema de la preparación de varios años en halterofilia: manual para entrenadores.* Moscú, Fizcultura y sport, 1986. 272 págs.
Meerson F.S. *Adaptación, estrés y profilaxis.* Moscú, Maúka, 1981. 278 págs.
Menjin Yu. V. *La preparación física.* Moscú, Fizcultura y sport, 1989. 224 págs.
Menshikov V.V., Volkov N.I. *Bioquímica.* Moscú, Fizcultura y sport, 1986. 384 págs.
Mishin A.N. *El patinaje artístico sobre hielo.* Moscú, Fizcultura y sport, 1985. 268 págs.
Mischenko V.S. *Las posibilidades funcionales de los deportistas.* Kiev, Zdorov'ya. 200 págs.
Monzhi Sh. *Estrutura de la programación destinada a desarrollar la fuerza y la flexibilidad en los nadadores de alto nivel.* Resumen de tesis doctoral en ciencias pedagógicas: Kiev, 1983. 20 páginas.
Morozov Yu. A. *Valoración operativa de la capacidad de trabajo de los futbolistas,* en Teoría y práctica de la educación física. 1974, nº 8 págs. 17-19.
Nett T. «*Análisis del entrenamiento interválico* ». *La carrera.* Moscú, Fizcultura y sport, 1967. Págs. 276-288.
Nizhegorodtsev A.D. *Investigación sobre la eficacia de los distintos tipos de competiciones en relación con el desarrollo de la resistencia especial del ciclista (a partir del ejemplo de la carrera de persecución individual sobre 4 km)* : Resumen de tesis doctoral en ciencias pedagógicas. Moscu, 1970. 18 págs.
Nikoforv Yu. B. *La eficacia del entrenamiento de los boxeadores.* Moscú, Fizcultura y sport. 1987. 192 págs.
Ozólin N.G. *Atletismo.* Moscú, Fizcultura y sport, 1989, 671 páginas.
Ozolin N. G., Yagodin V.M. «*Las bases del entrenamiento en atletismo* ». *Atletismo; manual para los institutos de Educación Física* . Redactado por N.G. Ozólin, V.I. Voronkin y Yu.N. Primakov. Moscú, Fizcultura y sport, 1989, Págs. 65-113.
Pejtl V. «*Las bases y los métodos para el desarrollo de la flexibilidad* ». El entrenamiento. Moscu, Fizcultura y sport, 1971. Págs. 203-209.
Pejtl V. «*Las bases y los métodos para el desarrollo de la agilidad* » «*Las bases y los métodos para el desarrollo de la resistencia* ». *El entrenamiento.* Moscú, Fizcultura y sport, 1971. págs. 174-194.
Platónov V.N. *El entrenamiento deportivo moderno.* Zdorovya, 1980. 336 págs.
Platónov V.N. *La preparación física de los nadadores de alto nivel.* Kiev, Zdorovya, 1893, 168 págs.
Platónov V.N. *Teoría y metodología del entrenamiento deportivo.* Barcelona, Editorial Paidrotribo, 2ª edición, 1991 322 págs.
Platónov V.N., Vaitsejovski S.M. *El entrenamiento de los nadadores de alto nivel.* Moscú, Fizcultura y sport, 1985. 256 págs.
Platónov V.N. *La preparación de los deportistas de alto nivel.* Moscú, Fizcultura y sport, 1986, 288 págs.
Platónov V.N. *La adaptación en el deporte.* Barcelona, Editorial Paidotribo, 1991, 314 págs.
Platónov V.N., Fesenko S.L. *Los mejores nadadores del mundo.* Moscú, Fizcultura y sport, 1990. 304 págs.
Plajtienko V.A., Fokichev S.P. «*Sobre el nivel del estado de preparación de los patinadores de velocidad soviéticos parz las competiciones más importantes* », en Boletín deportivo científico. 1989, nº 5, págs. 17-19.
Podoplelov Yu.V., Koroliov G.I. «*La preparación de V Ivanenko, vencedor de los XXIV Juegos Olímpicos en la prueba de marcha sobre 50 km* », en Boletín deportivo científico, 1989, nº 1-2. Pág. 35-49.
Polievski S.A., Latyshkevich L.A., Románov V.A. *Los medios técnicos para el aprendizaje en los juegos deportivos.* Kiev, Zodorov'ya, 1986. 176 páginas.
Polischuk D.A. *Ciclismo.* Kiev, Vischa shkola, 1986. 295 págs.
Prilutski B.I., Raitsin M.N., Poltorapavlov N.V. «*Los aspectos biomecánicos de la automatización del hábito motor* », en Teoría y práctica de la Educación física, nº 3, 1991, págs. 13-19.
Puni A. Ts. «*El problema de la personalidad en la psicología del deporte* ». Conferencias para los oyentes de la facultad de reciclaje. Moscú, 1980. 28 págs.
Pshénnikova M.G. «*La adaptación a las cargas físicas* ». *La fisiología de los procesos de adaptación.* Moscú, Fizcultura y sport, 1980. 28 págs.
Rabinovich P.N., Loos V.G., Lavrinenko, D.I. «*El desarrollo de la flexibilidad y de la agilidad de los jugadores de fútbol*». *Recomendaciones metodológicas y ejercicios especiales.* Kiev, RNMK del Goskimsport de la República Soviética de Ucrania, 1990, 112 págs.
Rátov I.P. *Investigación sobre los movimientos deportivos y las posibilidades de regular las transformaciones de sus características mediante la utilización de medios técnicos.* Resumen de tesis doctoral en ciencias pedagógicas. Moscú, 1972. 46 pág.
Rátov, Ivanov V.V., Popóv G.I. «*Algunos resultados de la elaboración de un sistema de control polivalente y conjunto en el deporte de alto rendimiento y perspectivas para su desarrollo* », en Teoría y práctica de la Educación física, Moscú, 1984, nº 11, págs. 9-12.
Rodionenko A.F., Chereshnieva L.Ya. «*La gimnastas soviéticas en los XXIV Juegos Olímpicos* », en Boletín deportivo cinetífico, 1989, nº 1-2, págs. 14-17.
Saiguin M.M., Yagomiagui T.O. «*Investigación sobre la preparación de fuerza del nadador y sobre la movilidad de sus articulaciones* ». *La base científica para la preparación de los nadadores.* Redactado por T.M. Absaliamov, T.S. Timakóvaia. Moscú, Fizcultura y sport, 1983, págs. 63-88.
Seguéiev Yu. P., Yásvikov V.V. «*Las características morfofuncionales de las fibras musculares del esqueleto de los músculos mixtos de los deportistas en condiciones de falta de adecuación al genotipo bajo la acción de las cargas físicas* ». *Los problemas fisiológicos de la adaptación.* Tartu, Minvuz de la URSS, 1984, Págs. 103-105.
Seguéiev B.V. *Sobre el desarrollo de la flexibilidad de los deportistas.* Moscú, Fizcultura y sport, 1970. 61 págs.

Seguéiev B.V. *La flexibilidad del deportista*. Moscú, Fizcultura y sport, 1970. 93 páginas.
Seifulla R.D., Ankudinova I.A. «*Acción secundaria de los estimulantes y del dopaje sobre el organismo de los deportistas*», en Boletín deportivo científico, 1988, nº 5, págs. 35-37.
Sirenko V.A. *La preparación de los corredores en distancias medias y largas*. Kiev, Zdorov'ya, 1990. 144 págs.
Sirnóv M.R. «*Las leyes del suministro metabólico de la carga física de la carrera* », en Boletín deportivo científico, 1988. nº 6.
Págs. 32-36.
Sorókin V.A., Bozheninov O.M., Vajrushev A.L. «*La preparación de los deportistas soviéticos especializados en biatlón para los XV Juegos Olímpicos de invierno* », en Boletín deportivo científico, 1988, nº 5, págs. 21-25.
Stenin B.A., Polovtsev V.G. *Patinaje de velocidad: manual para los institutos de Educación física*. Moscú, Prosvieschenie, 1990. 176 páginas.
Strizhak A.P. y otros autores (Aleksandrov O.I., Sidorenko S.P., Petróv V.A.). *Los saltos de atletismo*. Kiev, Zdorov'ya, 1989. 168 páginas.
Suslov F.P., Guiliazova O.A. «*Los problemas de la preparación de fuerza en las modalidades deportivas cíclicas que exigen una manifestación importante de resistencia* », en Boletín deportivo científico, 1989, nº 3, págs. 11-16.
Suslov F.P., Maximenko G.N., Nikitushkin V.G. y otros autores. *La preparación de los mejores corredores del mundo*. Kiev, Zdorov'ya, 1990. 208 páginas.
Tarásov A.V. *El hockey del futuro*. Moscú, Fizcultura y sport, 1971. 359 páginas.
Ter-Ovanessian A.A., Ter-Ovanessian I.A. *La pedagogía del deporte*. Kiev, Zodorov'ya, 1986. 208 páginas.
Tiulenkov S.Yu., Oserov V.A., Goriaiev, Skomorojov E.V. «*La eficacia de los métodos de entrenamiento para perfeccionar las aptitudes físicas de los futbolistas* », en Boletín deportivo científico, 1989, nº 5, p[ags. 7-10.
Farfel V.S. *La regulación de los movimientos en el deporte*. Moscú, Fizcultura y sport, 1975. 208 págs.
Filin V.P., Fómin N.A. *Las bases del deporte juvenil*. Moscú, Fizcultura y sport, 1989. 225 págs.
Fómin S.K. *Ejercicios especiales para el esquiador*. Kiev, Zdorov'ya, 1988. 112 págs.
Frolov V.I., Chuprik L.V. «*El carácter de la interacción entre los procesos de contracción y de relajación de los músculos de los deportistas especializados en bobsley* », en Boletín deportivo científico, 1989, nº 5, págs. 24-28.
Japko V.E., Máslov V.N. *El perfeccionamiento de la maestría de los jugadores de voleibol*. Kiev, Zdorov'ya, 1990. 128 págs.
Harre D. *El entrenamiento*. Moscú, Fizcultura y sport, 1971. Págs. 94-95.
Hartmann U., Tunemann J. *El entrenamiento de fuerza moderno*. Berlín, Sportverlag, 1988. 335 págs.
Tzen N.V., Pajómov Yu.V. *Los juegos psicotécnicos en el deporte*. Moscú, Fizcultura y sport, 1985. 160 págs.
Shápkova L.V. «*Los métodos modernos del entrenamiento deportivo* », conferencia 1ª parte: GIFK, Lecgafta, Leningrado, 1981, 12 págs.; conferencia 2ª parte, Leningrado, 1982, 31 páginas.
Shenkman B.S., Kuznetsov S.L., Nekrásov A.N., Shirkovets E.A., Rostovtseva M. Yu. «*La influencia de los ejercicios de educación física sobre la composición de los músculos, sobre las dimensiones de éstos y sobre el potencial oxidativo de las fibras musculares en los seres humanos* », en Teoría y práctica de la Educación física, 1991, nº 2, págs. 40-42.
Shepilov A.A., Klimin V.P. *La resistencia de los luchadores*. Moscu, Fizcultura y sport. 1979. 127 págs.
Shreder V. «*Las bases y métodos de la preparación de fuerza* ». *Estudio sobre el entrenamiento*. Moscú, Fizcultura y sport, 1971. Págs. 147-171.
Evarts E. «*Los mecanismos del encéfalo que dirigen los movimientos* ». *El cerebro*. Moscú, editorial Mir, 1984. Págs. 199-218.
Yakovlev N.N., Korobkov A.V., Yananis S.V. *Las bases fisiológicas y bioquímicas de la teoría y de la metodología del entrenamiento deportivo*. Moscú, Fizcultura y sport, 1960. 402 págs.
Yakovlev N.N. *La bioquímica del deporte*. Moscú, Fizcultura y sport, 1974. 228 págs.
Yakovlev N.N. «*Las principales particularidades bioquímicas de la musculatura del esqueleto* ». *La fisiología ecológica de los animales: manual de fisiología*. Leningrado, Naúka, 1981. Segunda parte. Págs. 300-340.
Yajontov E.R., Kit L.S. *Los ejercicios individuales del jugador de baloncesto*. Moscú, Fizcultura y sport, 1981. 71 págs.
Akeson W.H., Amiel D., Woo S. *Immobility Effects on Synovial Joints the Pathomechanics of Joint Contracture*. Biorheology., New York, Vol. 17, nº 1/2, p. 104.
Alter M.S. *Los estiramientos. Bases científicas y desarrollo de ejercicios*. Barcelona, Paidotribo, 252 p. 1990.
Andersen P., Henriksson J. *Training induced changes in the subgroups of human Type II skeletal muscle fibres* Acta physiol. scand. 1977. V. 99. P. 123-125.
Asmussen, L., Hansen, O., & Lamment, O. *The relation between isometric and dynamic muscle strength*. Communications From the Testing and Observation Institute of National Association for Infantile Paralysis, 1965, 20, 3-11.
Astrand, P.O., Rodahl K. Textbook of work physiology: *Physiological bases of exercise*. New York: St. Louis: McGraw-Hill, 1977. 682. p.
Atha S. *Strengthening muscle*. 1981, V. 9, p. 1-73.
Berger, R.A. *Comparisons of the effect of various weight training loads on strength*. Reserarch Quarterly, 1965, 36, 141-146.
Berger, R.A., & Hardage, B. *Effect of maximum loads for each of ten repetitions on strength improvement*. Research Quarterly, 1967, 30(4), 715-718.
Bonde-Petersen, F. *Muscle training by static, concentric and eccendtric contractions*. Acta Physiologica Scandinavica, 1960, 48, 406-416.
Bosko K., Carmello. *Physiological Consideration of Strength and Explosive Power and Jumping Drills*. Conference 82 Proceedings #Planning For Elite Performance, Aug. 1-5, 1982, Ottawa, Canada, CTFA, S. 20-34.
Bosko K., Carmelo. *Atleticastudi Stretch-Shortening Cycle in Skeletal Muscle Function and Physiological Considerations on Explosive Power in Man*. Jan/Feb., 1985. FIDAL, Centro Studi Ricerche, 1, 7-113.
Brodal P., Ingjer F., Hermansen L. *Capillary supply of skeletal muscle fibers in untrained and endurance* trained men. Am. J. Physiol. 1977 V. 6. P. 705.

Coleman, A.E. *Comparison of weekly strength changes following isometric and isotonic training.* Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 1972, 12(1), 26-29.
Costill D.L., Fink W.S., Pollock M.L. *Muscle fibre composition and enzyme activities of elite distance runners.* Med. Sci. Sports. 1976. V. 8. P. 96-100.
Costill D. (1976).
Costill D.L., Coyle E.F., Fink W.J. et al. *Adaptations in skeletal muscle following strength training.* J. Appl. Physiol. 1979. V. 46. Nº 1 P. 96.
Costill D., Sharp R., Troup J. *Muscle strength: Contributions to sprint swimming.* Biokinetic Strength Training: Copyright 1980. V. 1. P. 55-59.
Counsilman J.L. *Swimming power.* Biokinetic Strength Training: Copyright 1980. V. 1. P. 41-48.
Davies, A.H. *Chronic effects of isokinetic and allokinetic training on muscle force, endurance, and muscular hypertrophy.* Dissertation Abstracts International, 1977, 38(A), 153.
Eriksson B.O. *Physical training, oxygen supply and muscle metabolism* in 11 to 13-year-old boys. Acta Physiol. scand. 1972. S. 384.
Essen B., Jansson E., Henriksson J., Taylor A.W. et al. *Metabolic characteristics of fibere types in human skeletal muscles. Acta physiol. scand. 1975. V. 95. P. 153-165.*
Gambetta, V. *Principles of plyometric training.* Track Technique, Fall 1987, USA, P. 3099-3104.
Gettman, I.R., & Avres, J. *Aerobic changes through 10 weeks of slow and fast-speed isokinetic training.* (Abstract) Medicine and Science in Sports, 1978, 10(1), 47.
Gettman, I.R., Culter, I., & Strathman, T. Isotonic vs. *isokinetic circuit strength training-physiological changes after 20 weeks.* (Abstr.) Medicine and Science in Sports, 1979, 11(1), 81.
Goldspink, G. Growth of muscle. In: D.F. Goldspink (Ed.) *Development and Specialization of Skeletal Muscle.* Cambridge: Cambridge University Press, 1980.
Gollnick P.D., Armstrong R.B., Saubert C.W. et al. *Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men.* J. Appl. Physiol. 1972. V. 33. P. 312-314.
Gollnick P.D., Shephard R.E., Saltin B. *Glycogen depletion patterns in human skeletal muscle fibers during sprint work.* J. Appl. Physiol. 1983. V. 34. P. 197.
Gondola, J.C. *Three strength building programs: Their effects on selected muscle groups of the knee joint after nine days of immobilization of the lower limb.* Dissertation Abstracts International 1974: 36(A), 5919.
Gravers, E., Pollock, L., Jones, E., Colvin, B., Leggett H. *Sécificity of limited range of motion variable resistance training.* Medicine and Science in Sports and Exercise. 1989, V. 21, nº 1, S. 84-89.
Green, H.J., Reichmann, H., Pette D. *Fibre type specific transformations in the enzyme activity pattern of rat vastus lateralis muscle by prolonged endurance training.* Pflügers Arch. 1983. V. 399. P. 216-222.
Groher W. *Überbeweglichkeit als Auslesefaktor im Sport.* Leistungs-sport. 1979. H. 4. S. 244.
Gustavsen R. *Training Therapy Prophylaxis and Rehabilitation.* New York, 1985.
Häkkinen K., Alen M., Komi P.V. *Changes in isometric force and relaxation time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining.* Acta Physiol. Scand. 1985. nº 125. P. 573-585.
Häkkinen K., Komi P.V., Kauhanen H. *Scientific evaluation of specific loading of the knee extensors with variable resistance, «isokinetic» and barbell exercises.* Department of Biology of Physical Activity University of Jyväskyla, 1988. S.8.
Häkkinen K. *Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training.* A review. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, V. 29, nº 1, March 1989, Italy, P. 9-26.
Harre D. *Principles of Sports Training.* Sportverlag Berlin. 1982. 231 S.
Heiss H.W., Barmeyer I., Wink K. et al. *Durchblutung und Substratumsatz des gesunden menschlichen Herzens in Abhängigkeit vom Trainingszustand.* Verh. Dt. Ges. Kreislauiforsch. 1975. Bd. 41. S. 247-252.
Heiss H. W., Wink., Cerny F.I. *Aerobic myocardial metabolism in young athletes.* Abstracts: International Symposium «International study group for research in cardiac metabolism». Bruxelles 1975. 24 p.
Helgerg G., Jansson E. Skelettmuskelfiberkomposition. *Kapacitet och interesse för olika fysika aktiviteter bland elever i gymnasieskolan.* Inst., rapport 54. Umea. 1976.
Henriksson J., Reitman J.S. *Time course of activity changes in human skeletal muscle succinate dehydrogenase and cytochrome oxidase with physical activity and inactivity.* Acta physiol. scand. 1977. V. 99. P. 91-97.
Hermansen L. Muscle *Metabolism During Exercise.* New York: Plenum 1971, P. 401-407.
Hermansen L., Hultman E., Hollmann H., Hettinger T. *Sportmedizin Arbeits und Trainingsgrundlagen. Stuttgard-New York. 1980. 773 S.*
Hermansen L., Stenswold I. Production and removal of lactate during exercice in man. Acta physiol. scand. 1972. V. 86. P. 191.
Hickson R.C!, Bomze H.A., Holloszy J.O. *Linear increase in aerobic power induced by an strenuous program of endurance exercise.* J. Appl. Physiol. 1974. V. 42. N. 3. P. 372-376.
Hirvonen J., Rehunen S., Rusko H., Märkönen H. *Break-down of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise.* Eur. J. Appl. Physiol. 1987. V. 56. P. 253-259.
Hollmann W., Hettinger T. *Sportmedizin Arbeite und Trainingsgrundlagen.* Stuttgard-New York. 1980. 773 S.
Hollmer I., Astrand P.O. *Swimming and maximal oxygen uptake.* J. Appl. Physiol. 1972. V. 33. P. 510.
Hollmer I., Gullstrand L. *Physiological responses to swimming with controlled frequency of breathing; Manuscript in preparation.* 1979. P. 117.
Hopper B. *Getting a grip on strength.* Swimming Technique. 1980. V. 17. N. 2. P. 10-13.
Howald H. *Auswirkungen sportlicher activität auf den stoffwechsel.* Schweiz. Med. Wschr. 1974. Bd. 104. S. 1535-1536.

Howald H. *Training-induced morphological and functional changes in skeletal muscle.* Int. J. Sports Med. 1982. V. 3. S. 1-12.

Hultman E. *Muscle glycogen in man determined in needle biopsy specimens.* Method and normal values. Scand. J. clin. Lab. Invest. 1967. V. 19. P. 209.

Ikai M., Fukunaga T., Honda H. *The effects of variations in the intensity of exercise on the general endurance in 13 years old females.* Res. J. Phys. Educ. 1973. V. 1. P. 35.

Jansson E., Kaiser L. *Muscle adaptation to extreme endurance training in man.* Acta physiol. scand. 1977. V. 100. P. 315-324.

Johnson, B.I. *Eccentric vs. concentric muscle training for strength development.* Medicine and Science in Sports. 1972. 4. 111-115.

Johnson, B.I!, Adamczyk, J.W., Pennoe, K.O., & Strome, S.B. *A comparison of concentric and eccentric muscle training.* Medicine and Science in Sports, 1976, 8(1), 35-38.

Jongers J.J., Vogelaere P., Leclercq R., Quirion A. *Aspects fonctionnels de la natation de longue durée.* Méd. du sport. 1985. N. 5. P. 12-21.

Karlsson J.B., Diamant B., Saltin B, *Muscle metabolites during submaximal and maximal exercise in man.* Scand. J. clin. Lab. Invest. 1970. V.26. N. 4. P. 385-394.

Karlsson J., Saltin B. *Diet, muscle glycogen and endurance performance.* J. Appl. Physiol. 1971. V. 31. P. 203-206.

Karlsson J. *Biopsia muscular e mutricao duranto o exercicio muscular.* Med Esporte (Madrid) 1975. 3. 1-35.

Keul J. *Kohlenhydrate zur Leistungsbeeinflussung in der Sportmedizin.* Nutr. Metabol. 1975. 18. S. 1. S. 157.

Kindermann W., Simen G., Keul J. *The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training.* Europ. J. Appl. Physiol. 1979. V. 42. P. 25.

Kitagawa K., Ikai M. *Interrelationship between maximun oxygen intake and physique in childhood through early adulthood.* Res. J. Phys. Educ. 1972. V. 3. P. 159.

Komi P.V., & Buskirk, E.R. *Effect of eccentric and concentric muscle conditioning on tension and electrical activity of human muscle.* Ergonomics, 1972, 15(4), 417-434.

Lacour J.R., Flandrois R. *Role du metabolisme aerobic lors de l'exercise intense et prolonge.* J. Physiol. (Paris). 1977. V. 73. P. 89-130.

Lindh, M. *Increase of muscle strength from isometric quadriceps exercises at different knee angles.* Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 1979, 11(1), 33-36.

Mader A., Leisen H., Heck H. et al. *Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor.* Sportarzt u. Sport-med. 1976. 4. 80. 5. 100 p.

Mader A., Heck H., Föhrenbach R., Hollmann W. *Das statische und dynamische Verhalten des Laktats und des Säure-Bassen-Status im Bereich niedriger bis maximaler Azidozen bei 400-und 800-m-Läufern bei beiden Geschleehtern nach Belastungsabbruch.* Dtsch. Z. Sport-med. 1979. 7. 203. 8. S. 249.

Moore, J.C. *Active resistive stretch and isometric exercise in strengthening wrist flexion in normal adults.* Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1971, 52(6), 264-269.

Noble, I., & McCraw, I.W. *Comparative effects of isometric and isotonic training programs on relative load, endurance and work capacity.* Research Quarterly, 1973, 44(1), 96-108.

Oteghen, S.I., van. *Two speeds of isokinetic exercise as related to the vertical jump performance of women.* Research Quarterly, 1975, 46(1), 78-84.

Perrine, J.J., & Edgerton, V.R. *Isokinetic anaerobic ergometry.* (Abstr.). Medicine and Scienxce in Sports, 1975, 7(1), 78.

Pipes, T.V., & Wilmore, J.H. *Isokinetic vs. isotonic strength training in adult men.* Medicine and Science in Sports, 1975, 7 (4), 262-274.

Pipes T.V., Wilmore, J.H. *Muscular strength through isotonic and isokinetic resistance training.* Athlet. J. 1976. 57. P. 42-45.

Pipes, T.V. *Variable resistance versus constant resistance strength training in adult males.* European Journal of Applied Physiology, 1978, 39(1), 27-35.

Prampero P. E., Di LImas F.P., Sassi G. *Maximal muscular power, aerobic and anerobic,* in 116 atheletes performing at the Olympic games in Mexico. Ergonomics 1980. 6. P. 665.

Prins, J.H. *Histological changes in human skeletal muscle with isokinetic strength training at two distinct limb speeds.* Dissertation Abstracts International, 1978, 39(A), 4123.

Reindell H., Roskamm H., Gershler W. *Das Intervalltraining. Physiologische Grundlagen, praktische Anwendung und Scheidigungsmöglichkeiten.* Wissenschaftliche Schriftenreihe des Deutschen Sportbundes. Barth, München. 1962. Bd. 4. S. 94.

Roberts A.D., Strauss G.R., Fitch K.D., Richardson N.J. *Characteristics of spring atheletes.* Med. Sci. Sport. 1979. 11. P.

Rogers, B.I., Drowatzky, J.N., Armstrong, C.A., Greninger, I.D., & Morse, D. I. *The comparative effect of combining two types of training theories and training apparati on strength, girth and range of motion development of cervical spine and shoulder elevator musculature.* Paper to the AAHPERD Convention. April 10-15, Detroit, 1980. (In Abstract, AAHPERD, P.O. Box 870, Lanham, MD. 20801.).

Rohmert, W., & Muller, F.A. *Wirkung von Muskelruhelange und Trainingsart Kraftverlauf und Greizkraft bei isometrischen Training.* Forschungsbericht Nr. 1900 des Landes Nordrhein-Westfalen. Koln: Westdentcher Verlag. 1967.

Rosentswieg, J., & Hinson, M.M. *Comparison of isometric, isotonic and isokinetic exercises by electromyography.* Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1972, 53(6), 249-252. 260.

Sale, D.G. *Neural adaptation to resistance training.* Medicine and Science in Sports and Exercise, V. 20, n° 5 (Suppl.), P. S135-S145, 1988.

Saltin B., Gollnick P.D., Eriksson B.O., Piehl K. *Onset of exercise.* Symposium, Toulouse. 1972, P. 63-76.

Saltin B., Karlsson S. die Ernährung des Sportlers. Hollmann W. (Hsg.): *Zentrale Iheman der Sportmedisin Springer*, Berlin-Heidel-berg-New York. 1972.

Schön F.A., Hollmann W., Leisen H., Waterloh E. *Elektonenmikroskopische Befunde am M. vastus lateralis von Untrainierten und Marathonläufern sowie ihre Beziehung zur relativen maximalen Saurstoffaufnahme und Laktatproduction*. Dtsch. Sportärzt. Kongreb, Bad Nanheim. 1978.

Smith B.W., McMurray R.G., Symanski J.D. *A comparison of the anaerobic threshold of sprint and endurance trained swimmers*. J. Spts Med. Phys. Fit. 1984. V. 24. P. 94-99. Human Performance Laboratory of University of North Carolina, U.S.A.

Sréter F.A., Pinter K., Jolesz F., Mabuchi K. *Fast to slow transformation of fast muscles in response to longterm phasic stimulation*. Exp. Neurol. 1982. 75. P. 95-102.

Stevens, R. *Isokinetic vs. isotonic training in the development of lower body strength and power*. Scolastic Coach, 1980. 49(6), 74-76.

Stone, J.H., Johnson, R.I., & Carter, D.R. *A short term comparison of two different methods of resistance training on leg strength and power*. Athletic Training, 1979, 14(3), 158-160.

Wenger H.A., Wilkinson J.G., Dallaire J., Nihei T. *Uptake of 3H-leucine into different fraction of rat skeletal muscle following acute endurance and sprint exercice*. Europ. J. Appl. Physiol. 1981. V. 47. P. 83-92.

Williams, K.R., Bernauer, F.M., Ramey, M.r. & Waring, W. *A biomechanical model of individual muscle forces involved in elbow flexion*. (Abstr.) Medicine and Science in Sports, 1978, 10(1), 63.

Winder W.W., Baldwin K.M., Holloszy J.O. *Exercise-induced adaptive increase in rate of oxydation of beta-hydroxybutyrate by skeletal muscle*. P.S.E.B.M. 1973. V. 143. P. 753.

Winder W.W., Hickson R.C., Hagberg J.M. *Training-induced changes in hormonal and metabolic responses to submaximal exercise*. J. Appl. Physiol. 1979. V. 46. P. 766-771.

Wyndham C.H., Hollmann W., Hettinger T. *Sportmedizin Arbeits*. und Trainingsrundlangen. Stuttgard-New York. 1980. 774 S.

En agradecimiento a
David Canteros.

LA PREPARACIÓN FÍSICA

Este libro se fundamenta en numerosas investigaciones realizadas durante los últimos decenios en los mejores laboratorios científicos del mundo, en la experiencia de la preparación de deportistas que lograron los mejores resultados en los campeonatos de Europa, del Mundo y en los Juegos Olímpicos. La particularidad específica de este libro consiste en que, junto al análisis de los fundamentos biológicos de las cualidades físicas para desarrollar la fuerza, la flexibilidad, la velocidad, la coordinación y la resistencia, se presentan también diferentes ejercicios utilizados en la práctica deportiva para desarrollar dichas cualidades. Se ofrecen ejercicios de preparación general que constituyen la base para la preparación del deportista, así como ejercicios específicos para desarrollar las cualidades motoras teniendo en cuenta las particularidades para su demostración en las distintas modalidades. Según la variedad de cada modalidad deportiva y cada una de sus disciplinas, el enorme arsenal de medios de la preparación física, es natural que no se pueda presentar un material que satisfaga totalmente a los especialistas de todas las modalidades. Basta con decir que la cantidad total de ejercicios especiales para la preparación física de todas las modalidades olímpicas alcanza los 10.000-12.000. Por ello, esta obra presenta los ejercicios más importantes y más característicos que permiten revelar los principios para su elección cuando se planifica la preparación física de los deportistas. Sobre dicha base, el entrenador puede hacer fácilmente el programa para desarrollar las distintas cualidades motoras para una modalidad deportiva concreta y para un grupo determinado de deportistas.

La principal particularidad del presente libro, que lo distingue de otras obras dedicadas a la preparación física, es que el problema se analiza a distintos niveles. El primer nivel, el nivel de base, expone las bases biológicas para demostrar y desarrollar las cualidades motoras; el segundo presenta las bases teóricas y pedagógicas de la preparación física de los deportistas; el tercero se refiere a los medios concretos para desarrollar la fuerza, la velocidad, la flexibilidad, la coordinación y la resistencia en el deporte moderno de alto nivel; el cuarto nivel presenta los medios materiales y técnicos para la preparación física y para controlar su eficacia. La interrelación entre el contenido y el equilibrio de todos los niveles mencionados constituyen la novedad de la presente obra, y abren excelentes perspectivas para plasmar su contenido en la práctica más amplia.

ISBN 84-8019-003-5

9788480190035