

EFFECTO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO DE CONTRASTE PARA LA MEJORA DE LA FUERZA DE IMPULSIÓN EN UN SALTO VERTICAL

Chirosa,L.J.; Chirosa,I.J.; Requena,B.; Feriche,B. y Padial,P.

Dpto. Educación Física y Deportiva, Fac. Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Universidad de Granada.

RESUMEN

La finalidad del presente estudio es conocer el efecto de dos tipos de entrenamiento de contraste de fuerza en los que se combinan cargas ligeras (multisaltos) con cargas pesadas (sentadillas al 70% del 1RM) sobre las distintas manifestaciones de la fuerza dinámica. La muestra seleccionada se extrajo del Ejército Español de Tierra, divididos en dos grupos experimentales (n=30: 15 en cada grupo, varones, 22 ± 4 años de edad), sin que existiera para ello grupo control. La razón de este diseño, sin grupo control, es porque está suficientemente comprobado por la literatura científica que el entrenamiento de contraste de fuerza produce ganancias significativas en la altura del salto. La variable independiente manipulada es la forma de combinación de las cargas: en el grupo 1 la combinación de cargas se realiza en la misma serie (grupo de contraste en la serie -CSR-) y en el grupo 2 la combinación de cargas se realiza en la misma sesión (grupo de contraste en la sesión -CSS-). Por lo tanto, lo que se trata de determinar es qué método de contraste, de los dos empleados, es más eficaz. Procedimiento: Ambos grupos experimentales entrenaron 3 veces a la semana, durante 8 semanas consecutivas. La intensidad del entrenamiento y la carga fue la misma para los dos grupos. Se realizaron controles, mediante una alfombra de contacto, al inicio y en la 4ª y 8ª semana de la experimentación. Se evaluó la altura de salto siguiendo el protocolo de Bosco: salto sin contramovimiento (SJ), salto con controamovimiento (CMJ), salto sin contramovimiento con el 50% de peso corporal (SJ50), salto sin contramovimiento con el 100% de peso corporal (SJ100) y la fuerza máxima del tren inferior mediante una repetición máxima -1RM en sentadilla-. Resultados: Tras el correspondiente análisis estadístico, realizada la t de Student, se observó que en todas las variables estudiadas se produjo un incremento significativo ($p < .001$). En la comparación entre los grupos, en lo referente al salto, el grupo de CSR fue el que obtuvo las ganancias en altura más rápidamente, aunque al final del tratamiento los resultados entre los dos grupos se equipararon. En lo referente a la fuerza máxima conseguida, este mismo grupo CSR obtuvo mayores incrementos ($p < .001$). Conclusiones: El entrenamiento de contraste de fuerza con cargas (70% de 1RM) y multisaltos mejora significativamente las distintas manifestaciones de la fuerza dinámica, independientemente del método elegido. El entrenamiento de CSR produce adaptaciones más rápidas en la fuerza explosiva y mayores incrementos en la fuerza máxima que en el entrenamiento de CSS.

PALABRAS CLAVES: Entrenamiento, fuerza, salto vertical.

ABSTRACT

The purpose of the present study is to determine the effect of two types of strength training on the different manifestations of dynamic force in which light loads (repetitive jumps) and heavy loads are combined (Squat 70% of the 1RM). The study sample was selected from the Spanish Army (n=30: 15 males in each group, 22 ± 4 years of age), for which no control group existed. The reason for the lack of group control is sufficiently verified by scientific literature demonstrating that strength

training produces significant gains in the height of the jump. The manipulated independent variable is the form of combination of the loads. In group 1 the combination of loads is made in the same set, and in group 2 the combination of loads is made in different sets, thereby determining which method, of both used, is more effective. Procedure: Both experimental groups trained 3 times per week, during 8 consecutive weeks. The intensity of the training and the load were the same for both groups. The height of the jumps was measured by means of an electronic platform at the beginning of the experiment and in the 4th and 8th weeks. Measures were made following the Bosco protocol: Squat Jump (SJ), Contramovement Jump (CMJ), Squat Jump with 50% of body weight (SJ50), Squat Jump with 100% of body weight (SJ100) and the maximum force of the lower limbs by means of a maximum repetition -1RM in Squats. Results: After the corresponding statistical analysis, made the t-Student, it was observed that of all the variables studied a significant increase took place ($p < .001$). In the comparison between groups, group 1 obtained gains in height more quickly, although ultimately the results between both groups were equal. However, with respect to the maximum force obtained, group 1 obtained higher increases ($p < .001$). Conclusions: The different manifestations of dynamic force improve significantly with both methods. Group 1 training produces faster adaptations in explosive force and higher increases in the maximum force than in group 2 training.

KEY WORDS: Training, strength, vertical jump.

1. INTRODUCCIÓN

Los métodos utilizados por los entrenadores para incrementar la potencia de sus jugadores, en determinados deportes colectivos (balonmano, baloncesto, fútbol) son muy diversos, sin embargo en numerosas ocasiones las bases científicas para su aplicación carecen de fundamentación. Esto posibilita que alguno de estos deportistas consigan grandes incrementos de fuerza que después, por la poca transferencia del trabajo, no son capaces de aplicar en el gesto de competición.

Es cierto que aplicando diferentes métodos de entrenamiento de fuerza, ya sea de un modo aislado o de forma combinada, se puede mejorar el rendimiento en diferentes gestos explosivos -saltos, lanzamiento, etc. (Bosco, 1987). Las razones por las que se obtienen resultados similares utilizando diferentes vías de trabajo, radica en la multitud de factores que inciden en la optimización de los gestos explosivos. Es posible, aplicando diferentes métodos de entrenamiento, incrementar la máxima fuerza desarrollada, mejorar la frecuencia de impulso, optimar la sincronización de las unidades motrices implicadas, aumentar la coordinación intermuscular, influir positivamente sobre la capacidad de reclutamiento muscular, acrecentar el aprovechamiento de la energía elástica, etc. (González Badillo, 2000 ;García Manso, 1999; Moss et al, 1997; Bosco, 1994).

Cada uno de estos factores mencionados, puede incrementar sensiblemente la potencia del jugador. Lo que no está del todo demostrado es la incidencia exacta de cada uno de estos mecanismos de actuación interna (Bosco,

1988). Con relación a esto, no es erróneo pensar que la actuación positiva sobre alguno de estos factores mejorará la capacidad de los deportistas para realizar gestos explosivos, ya que, como se ha visto, diferentes mecanismos de adaptación fisiológica conducen a los mismos resultados externamente medibles.

Para el caso concreto de nuestro estudio, en donde pretendemos encontrar un método de entrenamiento que mejore la fuerza del tren inferior e incrementar la altura del salto vertical (fuerza aplicada), hemos constatado, analizando la literatura específica, que es posible conseguir este objetivo utilizando diferentes métodos de entrenamiento de fuerza. Por ejemplo, trabajos con cargas máximas por encima del 85% de la fuerza máxima dinámica (FDM), con pocas repeticiones, consiguen este efecto (Stiff y Verkhoshansky, 2000). La realización de este tipo de entrenamiento es justificable por las mejoras que produce en la capacidad de reclutamiento de unidades motrices (Sale, 1987; Vélez, 1992), principalmente en las unidades de contracción rápida encargadas de generar tensión en gestos explosivos (Schmidtbleicher, 1988), además de incidir en la coordinación intermuscular (González y Gorostiaga, 1995) y producir poca hipertrofia (Zanón, 1975).

Aparte de estas justificaciones, existen otras razones como el nivel de maduración o el nivel de forma, que puede influir para que el método de intensidad máxima consiga estos resultados. De hecho, está comprobado que el entrenamiento con cargas altas, de tipo máximo y submáximo, en sujetos jóvenes y poco entrenados mejora la altura del salto (Fowler et al, 1995; Zurita et al, 1995; Adams et al, 1992; Duke y Beneliyahu, 1992; Venable et al, 1991; Bauer et al, 1990; Gemar, 1988; Blattner y Noble, 1979). En función de estos estudios pensamos que, para este tipo de población, el requerimiento previo, para un entrenamiento más exigente, debe ser un trabajo de fuerza general con lo que previsiblemente también se conseguirán ganancias en la altura de salto.

Por contra, en sujetos entrenados la ganancia de fuerza general no es suficiente para conseguir incrementos en el salto vertical (Bosco, 2000; García Manso, 1999; González, 1996; Kauhanen et al, 1988; Hakkinen et al, 1988; Clutch et al, 1983). La causa es posible encontrarla en las diferencias entre las características biomecánicas y neurofisiológicas de los ejercicios de fuerza de piernas utilizados y el salto vertical sin cargas (Baker, 1996). Es factible incidir positivamente en la altura utilizando ejercicios con mayor correspondencia con el salto, como por ejemplo la arrancada y el dos tiempos, utilizados en halterofilia (González, 1996). De hecho, existe una correlación positiva entre la altura del salto y la mejora en la carga media de arrancada (Zanon, 1979). También es

posible conseguir esa conexión enlazando ejercicios de cargas máximas con acciones de salto, siendo esta una de las cuestiones que pretendemos demostrar con nuestra investigación.

Siguiendo con el análisis de estos métodos, es conocido que el entrenamiento con cargas máximas y submáximas se utiliza y puede servir como base para alcanzar la forma deportiva, al igual que es requerido para el mantenimiento de la condición especial de fuerza alcanzada en periodos de competición (Zanon, 1979). Aprovechando esto, existe la tendencia a mejorar la fuerza explosiva para el incremento de la altura del salto utilizando en primer lugar trabajos de fuerza máxima (aproximadamente dos meses) para concluir con un período de trabajo de fuerza explosiva.

Las nuevas concepciones, apoyadas por experiencias de naturaleza empírica, prevén el uso de fuerza máxima y explosiva en un mismo espacio de tiempo (Stiff y Verkhoshansky, 2000). Al principio de la preparación se debe insistir en el trabajo de fuerza máxima para posteriormente darle mayor importancia al desarrollo de fuerza explosiva aplicado al gesto específico (Bosco, 1994). Esto es debido, según este autor, a que la capacidad de desarrollo de la fuerza máxima y la fuerza explosiva presentan numerosas características comunes; ambas mejoran la sincronización de unidades motrices, aumentan la coordinación intermuscular e incrementan la frecuencia de los impulsos del cerebro que llegan a los músculos (Cometti, 1998, Bompa, 1996). Ello induce a pensar que, si estos factores se mejoran con el entrenamiento de fuerza máxima, pueden influenciar positivamente en la fuerza explosiva.

El entrenamiento exclusivo de fuerza máxima, en períodos muy prolongados de entrenamiento, no consigue mejorar la altura de salto. Las investigaciones realizadas, en las que se han controlado largos periodos de entrenamiento, no han encontrado una correlación positiva entre las dos variables (altura de salto y fuerza máxima). Es más el aumento de la fuerza máxima, en períodos prolongado de trabajo, suele ir acompañado de un aumento de la hipertrofia general, perjudicando por razones obvias el salto (Mayhew et al, 1997; Pincivero et al, 1997; Bosco, 1994; Hakkinen y Komi, 1985; Komi et al, 1982; Hakkinen et al, 1981; Bosco et al, 1979).

Otro modo de mejorar la altura del salto, mediante la utilización de cargas externas, es aplicando pesos que optimen la potencia máxima de ejecución (Bosco, 2000; González Badillo, 2000). Esta estrategia de entrenamiento, requiere el levantamiento de cargas relativamente ligeras, aproximadamente de

un 30% de la Fuerza Isométrica Máxima a alta velocidad (este método incide en la mejora de potencia máxima mecánica). Kaneko et al (1983), al observar los efectos del entrenamiento a distintas intensidades (0%,30%, 60% y 100% de la fuerza dinámica máxima), detectaron que sobre el 30% de la FIM se obtenían las mayores incrementos en la potencia máxima inicial, mientras que al 100%, lo que aumentaba era la fuerza máxima. Estos datos fueron corroborados por Moritani et al (1987), quienes sugirieron, que para cualquier método de entrenamiento que intente mejorar la potencia, se debe utilizar una carga de entrenamiento del 30% de la FIM.

Existen otras formas de entrenamiento, contrastadas empíricamente, que también consiguen aumentar la altura del salto, son los llamados métodos pliométricos. Pliométrica es toda acción muscular, con una fase excéntrica seguida de una fase concéntrica, en la que existe un tiempo muy corto de acoplamiento entre fases. Actúa, lo que los fisiólogos han denominado, el ciclo de estiramiento-acortamiento (CEA) (Cometti, 1988, Komi, 1985).

Los efectos del trabajo pliométrico son múltiples, incidiendo, sobre todo, en los mecanismos inhibidores y facilitadores de la acción muscular, al mismo tiempo que favorece la mayor aplicación de fuerza por unidad de tiempo (Bosco, 2000; Tous,1999; González y Gorostiaga, 1995). Las consecuencias de esta forma de entrenamiento sobre la capacidad de almacenamiento de energía elástica por parte del músculo, son actualmente desconocidas (Sale, 1993), aunque por los resultados externos obtenidos en las distintas investigaciones no cabe duda de su influencia.

El primero en describir un método de carácter pliométrico fue Verkhoshansky (1968), citado por Clutch (1983). La técnica llamada salto en profundidad fue utilizada por los atletas rusos, obteniendo grandes éxitos deportivos en competiciones internacionales. A partir de ese momento y en esta misma línea, trabajos desarrollados por diferentes autores, aplicándolos a diferentes actividades deportivas, han demostrando la eficacia del entrenamiento pliométrico, realizado con salto tras caída previa, para aumentar la altura del salto (Madrid y Aragon, 1997; Piedra et al, 1997; Marina y Gusi, 1997; Zurita et al, 1995; Adams et al, 1993; Duke y Beneliyahu, 1992; Hortobágyi et al, 1991; Bauer et al, 1990; German, 1988; Blakey, 1987; Pokrajac, 1985; Oses, 1983; Brow et al, 1983; Clutch et al, 1983; Verkhoshansky y Tatyán, 1983; Polhemus, 1983; Gracelli, 1983; Bosco et al, 1982 Lesko, 1981; Blattner y Noble, 1979; Thorstensson, 1976).

Son pocas las investigaciones que hemos encontrado donde se comparan la eficacia de las tres sistemáticas de entrenamiento más habituales de trabajar el tren inferior para mejorar la altura de salto. Por ejemplo, Wilson et al (1993), realizaron una investigación en la que compararon la eficacia de estos tres modelos diferenciados de entrenamiento: con cargas máximas, pliométrico y con cargas basadas en la potencia máxima de ejecución (aproximadamente el 30%) con relación a la altura del salto. Aunque los tres grupos mejoraron significativamente la altura del salto, los resultados fueron superiores para el grupo experimental que entrenó con la carga que se establece al valorar la potencia máxima inicial (aproximadamente el 30% de la carga).

También existe la posibilidad de mejorar la altura del salto combinando los métodos de trabajo que hemos mencionado, de hecho, algunas de las publicaciones a las que se ha hecho alusión han contrastado el efecto de combinar métodos, principalmente trabajos pliométrico y de carga máxima, demostrando que la combinación de dichas cargas dentro de un mismo entrenamiento, produce mejores efectos que su uso por separado (Fower, 1995; Zurita et al, 1995; Adams et al, 1992; Duke y Beneliyahu,1992; Bauer et al, 1990; Germar, 1988; Polhemus, 1983; Bosco et al, 1979).

Sin embargo, siguiendo la lógica del contraste, la cual se basa en combinar cargas pesadas con ligeras, no hemos encontrado ninguna referencia con respecto a que forma de combinación es la óptima. Creemos necesario una investigación que aclare parte de este problema. Vamos a comprobar si entrenar con cargas pesadas más multisaltos varía su efecto dependiendo si el trabajo se realiza en la misma serie o en la sesión.

2. MATERIAL Y MÉTODO

Hipótesis

Los sujetos de los dos grupos experimentales, sometidos a diferentes entrenamientos de contraste (contraste en la sesión y contraste en la serie), mejorarán significativamente la altura de salto y la fuerza dinámica máxima. El grupo con entrenamiento de contraste en la serie obtendrá mejores resultados que el de contraste en la sesión.

Muestra

Hemos elegido como sujetos experimentales a 30 soldados del Ejército Español de Tierra, pertenecientes al acuartelamiento Cervantes de Granada. Han

sido escogido tras cumplir con una serie de condiciones previas, que interesan ser controladas para obtener validez interna: a) Varones. b) Poder ejecutar media sentadilla con una carga del 100% de su peso corporal. c) Tener unas condiciones de vida prácticamente idénticas.

Además, para evitar variables contaminantes se les ha controlado la edad, el peso, la composición corporal, la estatura, los años de entrenamiento, la calidad de ese entrenamiento, el tipo de práctica deportiva, el estado físico, las patologías clínicas que puedan afectar al resultado de la prueba y la toma de medicamentos o suplementos que afecten al desarrollo de la fuerza. Todos estos requisitos garantizan un mínimo de condición física previa, así como, una adecuada salud de todos los sujetos para poder realizar los entrenamientos o bien el tratamiento experimental.

Debemos señalar que se ha elegido a este tipo de sujetos por pertenecer a un grupo representativo de la población masculina española, que están en el rango de edad (18 a los 24 años) todos los sujetos son de reemplazo y mantienen unas mismas condiciones de vida. Por este motivo, de entre todos los sujetos del mismo reemplazo que estaban en el acuartelamiento, hemos elegimos al azar 60 soldados de los cuales, una vez comprobadas las condiciones previas, hemos seleccionado 50 sujetos. Debemos reseñar que de toda la muestra inicial sólo 30 sujetos realizaron completamente la experimentación, produciéndose una muerte experimental de 20 sujetos.

Diseño

Se trata de un diseño experimental multigrupo, con una variable independiente en la que existen dos niveles. Los sujetos se distribuyen en función de las marcas conseguidas en el pretest en dos grupos homogéneos de 15 componentes. Los dos grupos realizan un tratamiento experimental sin que exista un grupo control ya que está suficientemente demostrado, por otros investigadores, que el entrenamiento con métodos de carga combinado con métodos de multisaltos o pliométricos mejora la altura de salto (Zurita et al, 1995; Adams et al, 1992; Duke y Beneliyahu, 1992; Bauer et al, 1990; Germar, 1988; Polhemus, 1983; Bosco et al, 1979). El objetivo de esta investigación es comprobar con qué de tipo de contraste, en el trabajo de fuerza, se mejora más la altura de salto.

Variables

Variable independiente: El entrenamiento del tren inferior mediante un método de contraste, con trabajo concéntrico en orden al 70% de una repetición máxima, combinado con multisaltos. La variable independiente tiene dos niveles, se mantiene el volumen de carga y varía la forma de realización. VII- Entrenamiento de contraste en la sesión: Dentro de una misma sesión se combinan series pesadas con series ligeras con un tiempo de reposo de tres minutos entre serie. VI2- Entrenamiento de contraste en la serie: Se trabaja dentro de la misma serie cargas máximas y multisaltos.

Variables dependientes: VD1- Altura máxima de salto sin contramovimiento (SJ). VD2- Altura máxima de salto con contramovimiento (CMJ). VD3- Altura máxima de salto sin contramovimiento con carga adicional del 50% y 100% del peso corporal (SJ50 y SJ100). VD4- Índice de elasticidad VD5- Índice de fuerza velocidad o índice de Bosco

Para controlar las posibles variables extrañas y darle mayor validez interna al diseño, hemos tenido en cuenta una serie de consideraciones:

- La asignación de los sujetos se realizó siguiendo un contrabalanceo posterior al pretest, para igualar las medias y las desviaciones y de ese modo conseguir grupos homogéneos.
- El tiempo de duración del experimento es relativamente corto (ocho semanas), por lo que los procesos relacionados con la maduración del sujeto no deberían afectar al entrenamiento.
- Sólo se administra un sólo tratamiento a cada grupo, eliminando al posibilidad de un error progresivo.
- El trabajo se ha diseñado de tal forma que, a pesar de la dificultad que entraña controlar las numerosas variables que intervienen en un programa de entrenamiento, creemos haber conseguido igualar todas excepto la que hemos considerado como independiente.
- Las variables situacionales no existen porque todos trabajan y realizan los tests en las mismas condiciones; el efecto del aprendizaje no existe por tratarse de habilidades básicas practicadas por los sujetos que han tenido que superar un requisito previo exigente, además, se contaba con la ventaja de que todos los sujetos mantenían unas condiciones de vida similares, pues se encontraban realizando el servicio militar en el mismo acuartelamiento.

Estas son las principales variables extrañas que pueden afectar a la validez interna que están suficientemente controladas. En la descripción del proceso se indicarán algunas características del mismo que también contribuyen a mejorar el control experimental.

Procedimiento

Los sujetos son 30 soldados, voluntarios, del Cuerpo de Operaciones Especiales del acuartelamiento Cervantes de Granada, que han sido seleccionados tras cumplir con las condiciones previas anteriormente expuestas.

Los entrenamientos han sido dirigidos por una licenciada en Ciencias de la Actividad Física, que ha sido entrenada para ello. Se le entregaron por escrito los entrenamientos que los sujetos debían realizar; ni la entrenadora, ni los sujetos conocían la hipótesis de trabajo.

Los entrenamientos se han realizado durante tres días alternos, en un período continuado de ocho semanas. A la cuarta semana se les realizó un test intermedio de control para analizar la evolución de la forma hasta ese momento.

Las intensidades de los ejercicios propuestos fueron modificados en la cuarta semana en función de las pruebas realizadas.

Tras establecer la línea base, previamente al entrenamiento, se realizó en la octava semana la batería de tests final, que sirvió para medir la evolución del rendimiento y su efecto sobre las variables dependientes.

Los controles se realizaron en el laboratorio de Análisis del Movimiento Humano de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y Deporte bajo la observación del entrenador y el investigador principal.

Instrumental de medida

Plataforma de presión, microordenador portátil: IBM 486 SL/25, goniómetro manual, goniómetro electrónico Ibv, plicómetro Slim Guide, báscula, cinta antropométrica, paquímetro, banco de madera de altura conocida para facilitar al antropometrista la toma de diferentes medidas, lápiz dermográfico para señalar los puntos anatómicos y marcas de referencia, pesos y escala métrica para calibrar los aparatos, programa informático de cineantropometría para el posterior tratamiento de los datos, debido al alto número de medidas realizadas, material de registro y entrenamiento.

Adquisición y análisis de los datos

Todo el proceso de adquisición de datos está controlado por un software de control (ASISTANT +), del cuál, se selecciona la opción de alta velocidad para la adquisición de los registros, programado con una frecuencia de 3000 Hertzios por canal y una duración de tres segundos para cada registro. La adquisición se pone en marcha de forma manual por medio de la tecla interruptor situada en el teclado del ordenador. A partir de aquí, se recoge la señal TTL procedente de la plataforma de presión que interrumpe dicha señal cuando se presiona, lo que permite conocer en qué momento comienza y termina el vuelo del deportista (Padial, 1994; Martínez, 1993).

Los cálculos se ejecutan de forma automática al medir el ordenador la diferencia de tiempo entre dos presiones sucesivas.

Descripción de protocolo de pruebas y test empleados

Antes de comenzar la batería de test para el tren inferior se les realizó el control de los datos antropométricos. La preparación para todas las pruebas de salto es la misma y se realiza al inicio de los bloques de entrenamiento. Previamente se ha realizado el estudio antropométrico de los sujetos. También, todos los sujetos reciben información escrita de cómo se realizan los tests. Antes de realizar cada una de las pruebas se les demuestra prácticamente cual es su ejecución correcta.

El protocolo es el mismo para todos los sujetos. Primero se realiza el calentamiento y luego se realizan cada una de las pruebas en este orden: SJ, CMJ, SJ50, SJ100, AB, 1RM Fmax en semisentadillas.

Análisis estadístico

- Análisis de tipo descriptivo por grupos y para cada una de las variables analizadas tanto previamente como durante y post-entrenamiento. Se obtuvieron las medidas de posición (media, mediana, etc.), así como las medidas de dispersión (rango, varianza, desviación típica, error estándar de la media), valores mínimo y máximo observados en cada muestra, etc. . Asimismo se ha realizado dicho estudio para las diferencias de los valores antes, durante y después del entrenamiento para cada una de las variables estudiadas.
- Para contrastar la normalidad de las variables se ha aplicado el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov a cada variable y para cada una de las

muestras así como a las diferencias entre los valores en los instantes 1, 2 y 3. En caso de resultar el test de normalidad significativo se emplearán para las comparaciones posteriores los correspondientes tests no-paramétricos. Hay que resaltar que todos los tests de normalidad han resultado no significativos por lo cual los tests empleados han sido siempre paramétricos, basados en la normalidad de las variables.

- Para estudiar las posibles diferencias entre los grupos con respecto a cada una de las variables se realizaron t de Student para muestras independientes, que estudia si existen diferencias entre las medias de los dos grupos experimentales dando el correspondiente valor de la t experimental así como sus grados de libertad y la correspondiente significación. Cuando no se cumple la hipótesis de homogeneidad de varianzas, se realiza el correspondiente test de Welch.
- Dentro de cada grupo se han comparado los valores antes-después mediante la t de Student para datos apareados y asimismo para comparar si las ganancias ó pérdidas medias pueden considerarse iguales en los dos grupos experimentales se comparan las diferencias medias obtenidas en cada grupo mediante la t de Student.
- Para estudiar si existe relación lineal entre las variables estudiadas, se han hallado los coeficientes de correlación lineal de Pearson entre las distintas variables dentro de cada experimento y grupo, donde además se nos proporciona el correspondiente nivel de significación (valor de probabilidad), de cada uno de los coeficientes hallados.

3. RESULTADOS

Partimos de la base que los dos grupos experimentales son homogéneos ya que no existen diferencias significativas en el pretests en la comparación de los grupos en todas las variables estudiadas (tabla 1).

Analizando las diferencias entre los grupos en el test intermedio, se puede apreciar la existencia de una mejora significativa ($P < .05$) en la altura de salto del grupo 2 (entrenamiento de contraste en la serie) en las variables SJ y CMJ (tabla 2).

Tras el postest, realizada la comparación entre los dos grupos experimentales (tabla 3), la relación deja de ser significativa para las variables SJ y CMJ. Sin embargo, resulta muy significativo ($P < .01$) el aumento en el grupo 2 para la otras dos variables controladas SJ100 y la fuerza máxima dinámica en media sentadilla (MaxF).

Tabla 1. Estadística batería de tests tren inferior. Comparación entre grupos

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ grupo 1	28,56	4,07	1,05	-1.34	27.36	.192
SJ grupo 2	30,72	4,75	1,22			
CMJ gr.1	30,97	4,63	1,20	-1.70	28.00	.101
CMJ gr.2	33,82	4,57	1,18			
SJ50 gr.1	20,30	3,12	0,81	-1.74	22.13	.094
SJ50 gr.2	22,07	1,92	0,50			
SJ100 gr.1	10,80	3,50	0,91	-1.40	25.29	.174
SJ100 gr.2	12,35	2,49	0,64			
MaxF gr.1	136,66	19,61	5,06	0.61	27.49	.550
MaxF gr.2	132,00	22,50	5,81			

SJ: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento. CMJ: Altura en centímetros del salto con contramovimiento. SJ50: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional. SJ100: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional. MaxF: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas.

Tabla 2. Estadística test intermedio grupo 1 y 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ grupo 1	31.60	3,78	0,97	-2,51	28	.018 *
SJ grupo 2	35,07	3,80	0,98			
CMJ gr.1	32,61	3,84	0,99	-2,37	28	.025 *
CMJ gr.2	35,92	3,83	0,99			

SJ: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento. CMJ: Altura en centímetros del salto con contramovimiento.

Tabla 3. Estadística pretest y postest grupo 1 y 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ grupo 1	35,19	3,45	0,89	-0.91	27,28	.370
SJ grupo 2	36,35	3,55	0,92			
CMJ grupo 1	35,79	4,13	1,07	-1.30	23.26	.208
CMJ grupo 2	37,41	2,54	0,66			
SJ50 gr.1	20,30	3,12	0,81	-1.88	23.26	0.73
SJ50 gr.2	22,07	1,92	0,50			
SJ100 gr.1	13,76	2,81	0,73	-2.65	24.17	.010 **
SJ100 gr.2	16,05	1,84	0,48			
MaxF gr.1	153	19,16	4,95	-2.68	27.14	.010 **
MaxF gr.2	173	22,95	5,93			

SJ: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento. CMJ: Altura en centímetros del salto con contramovimiento. SJ50: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional. SJ100: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional. MaxF: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas.

En la tabla 4, se puede observar el desarrollo de los valores estadísticos entre el pretest y test intermedio para el grupo 1. En ellos se aprecia un incremento significativo ($P < .05$) en la variable CMJ. Este aumento es significativo ($P < .001$) para la variable SJ.

El resultado del análisis estadístico de la comparación del test intermedio y el posttest en el grupo 1 (tabla 5) presenta una mejora altamente significativa ($P < .001$) en las dos variables controladas (CMJ) y (SJ).

Tabla 4. Estadística pretest-test intermedio grupo 1.

Variante	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 1	28,56	4,07	1,05	-4.88	14	.000 ***
SJ 2	31,60	3,78	0,97			
CMJ 1	30,98	4,63	1,19	-2.26	14	.041 *
CMJ 2	32,61	3,83	0,99			

SJ1: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ2: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el test intermedio. CMJ1: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el pretest. CMJ2: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el test intermedio.

Tabla 5. Estadística test intermedio- posttest grupo 1.

Variante	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 2	31,60	3,78	0,97	-5.42	14	.000
SJ 3	35,19	3,44	0,89			
CMJ 2	32,61	3,83	0,99	-5.77	14	.000
CMJ 3	35,79	4,12	1,06			

SJ2: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ3: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el Posttest .CMJ2: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el test intermedio. CMJ3: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el posttest.

La mejora también es altamente significativa ($P < .001$) en todas las variables SJ, CMJ, SJ50, SJ100 y MaxF controladas en el análisis estadístico realizado entre el pretest y posttest (tabla 6).

Tras un periodo de cuatro semanas, se observa un incremento altamente significativo de las dos variables controladas SJ y CMJ (tabla 7).

Los resultados de la tabla 8, sobre la comparación estadística del test intermedio y el posttest del grupo 2, presentan un incremento muy significativo ($P < .01$) para la variable CMJ y significativo ($P > .021$) para la variable SJ.

Tabla 6. Estadística pretest-postest grupo 1.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 1	28,60	4,08	1,05	-6.51	14	.000 ***
SJ 3	35,16	3,48	0,89			
CMJ 1	30,96	4,63	1,97	-5.54	14	.000 ***
CMJ 3	35,79	4,13	1,07			
SJ50 1	15,54	3,29	0,85	-7.00	14	.000 ***
SJ50 3	20,30	3,11	0,80			
SJ100 1	10,79	3,50	0,90	-4.38	14	.001 ***
SJ100 3	13,75	2,80	0,72			
MaxF 1	136	19,60	5,06	-4.08	14	.001 ***
MaxF 3	153	19,16	4,94			

SJ1: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ3: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el postest. CMJ1: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el pretest. CMJ1: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el postest. SJ501: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional pretest. SJ503: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional postest. SJ1001: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional pretest. SJ1003: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional postest. MaxF1: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas en el pretest MaxF3: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas en el postest.

Tabla 7. Estadística pretest - test intermedio grupo 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 1	30,72	4,75	1,22	-5.54	14	.000 ***
SJ 2	35,06	3,79	0,98			
CMJ 1	33,82	4,57	1,18	-3.15	14	.000 ***
CMJ 2	35,92	3,82	0,98			

SJ1: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ2: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el test intermedio. CMJ1: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el pretest. CMJ2: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el test intermedio.

Tabla 8. Estadística test intermedio - potest grupo 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 2	35,06	3,79	0,98	-2.59	14	.021 *
SJ 3	36,34	3,54	0,91			
CMJ 2	35,92	3,82	0,98	-2.90	14	.01 **
CMJ 3	37,41	2,53	0,65			

SJ2: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ3: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el Postest. CMJ2: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el test intermedio. CMJ3: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el postest.

En la tabla 9 se hace referencia a la comparación del pretest y postest del grupo 2. En ella se aprecia un incremento altamente significativo ($P < .001$) para todas las variables analizadas SJ, CMJ, SJ50, SJ100, MaxF.

Tabla 9. Estadística pretest - postest grupo 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
SJ 1	30,72	4,75	1,22	-6.99	14	.000 ***
SJ 3	36,34	3,54	0,91			
CMJ 1	33,82	4,57	1,18	-5.03	14	.000 ***
CMJ 3	37,41	2,53	0,65			
SJ50 1	17,45	2,75	0,70	-8.75	14	.000 ***
SJ50 3	22,07	1,91	0,49			
SJ100 1	12,34	2,94	0,64	-7.31	14	.000 ***
SJ100 3	16,05	1,84	0,47			
MaxF 1	132	22,54	5,84	-10.79	14	.000 ***
MaxF 3	173,66	22,94	5,92			

SJ1: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el pretest. SJ3: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento en el postest. CMJ1: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el pretest. CMJ3: Altura en centímetros del salto con contramovimiento en el postest. SJ501: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional pretest. SJ503: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 50% del peso corporal de carga adicional postest. SJ1001: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional pretest. SJ1003: Altura en centímetros del salto sin contramovimiento con el 100% del peso corporal de carga adicional postest. MaxF1: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas en el pretest. MaxF3: Máxima carga (en kilogramos) desplazada en un movimiento de semisentadillas en el postest.

Resultados de los índices de fuerza

En la tabla 10, tras el análisis estadístico del pretest, no existen diferencias significativas entre la comparación de los dos índices utilizados.

En la tabla 11 se observa como tras el postest, una vez realizado los dos tipos de entrenamiento, que no existen diferencias significativas entre los dos grupos experimentales en el caso del índice de elasticidad. En lo referente al índice de Bosco, se puede ver que la relación entre los grupos es muy significativa ($P < .01$).

En la tabla 12 se observa el efecto del entrenamiento de fuerza sobre los índices valorados cuando se utiliza un método de contraste en la sesión. Se puede ver como después del tratamiento las modificaciones en ambos índices son significativas ($P < .05$).

Estudiando los mismos criterios que en la tabla anterior pero en el grupo 2 (entrenamiento de fuerza con método de contraste en la serie) - tabla 13 -, se

evidencia una mejora significativa ($P < .01$) en la disminución de los valores del índice de elasticidad tanto para el test intermedio como para el postest.

Tabla 10. estadística pretest Indices de fuerza grupos 1 y 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
IB grupo 1	0,37	0,97	0,25	0,98	27,18	.334
IB grupo 2	0,40	0,81	0,21			
IE grupo 1	2,41	2,41	0,74	-0,71	26,70	.481
IE grupo 2	3,10	3,10	0,59			

Indice de Bosco= Salto sin contramovimiento con carga adicional del 100% del peso corporal dividido por el salto sin contramovimiento
 Indice de elasticidad= Salto con contramovimiento menos salto con contramovimiento.

Tabla 11. estadística postest Indices de fuerza grupo 1 y 2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
IB grupo 1	0,38	0,58	0,15	-3,21	20,60	.004 **
IB grupo 2	0,44	0,02	0,07			
IE grupo 1	1,01	1,58	0,41	0,33	22,06	.744
IE gr.upo 2	0,85	0,89	0,23			

Indice de Bosco= Salto sin contramovimiento con carga adicional del 100% del peso corporal dividido por el salto sin contramovimiento
 Indice de elasticidad= Salto con contramovimiento menos salto con contramovimiento.

Tabla 12. Estadística de los índices de fuerza grupo 1.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
IB pretest	0,37	0,09	0,02	-0,74	14	.0473 *
IB postest	0,38	0,05	0,05			
IE pretest	2,41	2,90	0,74	1,94	14	.073
IE test intermedio	1,01	1,58	0,41			
IE test intermedio	1,01	1,58	0,41	0,89	14	.389
IE postest	0,60	1,39	0,35			
IE pretest	2,41	2,90	0,74	2,43	14	.029 *
IE postest	0,60	1,39	0,35			

Tabla 13. Estadística de los índices de fuerza grupo2.

Variable	Media (X)	(δ)	Error estándar	t studens	Grados de libertad	Probabilidad (P)
IB pretest	0,40	0,81	0,02	-1.64	14	.123
IB postest	0,44	0,02	0,00			
IE pretest	3,10	2,31	0,59	3.01	14	.009 **
IE test intermedio	0,85	0,89	0,23			
IE test intermedio	0,85	0,89	0,23	-0.36	14	.724
IE postest	1,06	1,92	0,49			
IE pretest	3,10	2,31	0,59	2.96	14	.010 **
IE postest	1,06	1,92	0,49			

Resultado de los coeficientes de correlaciones lineal existentes entre las variables estudiadas.

En la tabla 14 figuran los coeficientes de correlación lineal de Pearson para las distintas variables estudiadas en el grupo 1. Sólo señalaremos los coeficientes donde P sea significativa.

En la tabla 15 presentamos los coeficientes de correlación lineal de Pearson para las distintas variables estudiadas en el grupo 2. Sólo señalaremos los coeficientes donde P sea significativa.

4. DISCUSIÓN

Para contextualizar la investigación, es necesario reseñar que el estudio se ha llevado a cabo con deportistas de nivel medio. Esta afirmación se hace después de comparar las marcas conseguidas en el pretest con otros trabajos en los que se utiliza la misma batería de tests (Bosco 1994).

Una vez realizado el tratamiento, ambos grupos CSR y CSS consiguen una mejora significativa en todas las variables analizadas (tabla 3, 6 y 9), excepto en la variable índice de Bosco en el CSR (tabla 11), que sirve para confirmar la mejora da la fuerza máxima dinámica con la utilización del CSR (Cometti, 1998).

Tabla 14. Coeficiente de correlación lineal de Pearson. Grupo 1.

	Peso	Diámetro	Grasa	SJ	CMJ	SJ50	SJ100	Fmax	IE	IB
Peso									-.5698 15 .027	
Diámetro					-.5510 15 .003	-.6312 15 .044				
Grasa										
SJ					.6976 15 .004		.5134 15 .050		.5514 15 .033	
CMJ		-.5510 15 .003		.6976 15 .004						
SJ50		-.6312 15 .044					.5219 15 .046			
SJ100				.5134 15 .050		.5219 15 .046				.8082 15 000
Fmax										
IE	-.5698 15 .027			-.5514 15 .033						
IB							.8082 15 000			

En los datos presentados, 1º indicamos el índice de correlación, 2º el grado de libertad y 3º el nivel de significación.

Tabla 15. Coeficiente de correlación lineal de Pearson. Grupo 2.

	Peso	Diámetro	Grasa	SJ	CMJ	SJ50	SJ100	Fmax	IE	IB
Peso									-.7245 15 .002	
Diámetro										
Grasa										
SJ					.5949 15 .019				-.5537 15 .032	-.6924 15 .004
CMJ				.5949 15 .019						
SJ50										
SJ100										.8411 15 .000
Fmax										
IE	-.7245 15 .002			-.5537 15 .032						.5492 15 .034
IB				-.6924 15 .004			.8411 15 .000		.5492 15 .034	

En los datos presentados, indicamos 1º el índice de correlación, 2º el grado de libertad y 3º el nivel de significación.

Los resultados obtenidos vienen a demostrar que ambos tratamientos son eficaces para la mejora de las distintas manifestaciones de fuerza en el tren inferior (tabla 6 y 9). Estos resultados confirman la eficacia del trabajo que combina cargas pesadas con multisaltos (lógica de contraste), para la mejora de la altura del salto, de acuerdo con los estudios realizados en esta línea por diversos autores (Stiff y Verkjoshanski, 2000; Cometti, 1999; Marina y Gusí, 1997; Sevin, 1995; Adams et al, 1992; Duke y Benmliyah, 1992; Baver et al, 1990; Blakey, 1987; Clutch et al 1983; Polhemus, 1983).

En estas investigaciones se comparó la eficacia de los trabajos que contrastan cargas pesadas, con saltos con la aplicación de cada una de las partes por separado, obteniéndose mejores resultados con el trabajo de contraste (Adams et al 1992, Duke y Benmliyah, 1992; Bosco y Pittera, 1982, Polhemus, 1983).

La bibliografía especializada muestra que en los distintos estudios encaminados a conocer el efecto del contraste entre cargas pesadas y ligeras se han producido mejoras significativas, aunque los medios y métodos empleados han sido diferentes (Marina y Gusí 1997; Selvin 1995; Adams et al 1992; Polhemus, 1983). Por ejemplo, Selvin (1995) en 6 semanas obtuvo incrementos de la altura de salto combinando una rutina de pesas (3 a 5 series de 10-4 repeticiones al 40-60%) con multisaltos (4-6 series x 10 saltos DJ 20 cm) en días alternos. En otro estudio de 6 semanas, Polhemus, (1983), mejoro la altura del salto de sus atletas combinando dentro del mismo día dos sesiones una de pesas (series de 5 repeticiones al 70%) con trabajo de saltos (levantar piernas con lastre y saltos DJ 20cm con lastre 10% del peso corporal).

A pesar de la dificultad de comparar estos estudios, por tratarse de diseños experimentales distintos, con el aquí realizado, sí se puede señalar que la combinación de cargas altas con multisaltos sirve para mejorar la altura de salto vertical (fuerza aplicada) en deportistas de nivel medio.

Una de las posibles causas de este comportamiento es que al contrastar cargas, ya sea en la sesión o en la serie, se produce un acumulo de efectos positivos sobre los distintos factores que mejoran la fuerza máxima y la explosiva (González y Gorrostiaga, 1995), lo que no podemos determinar con los métodos empleados, es el factor sobre el que se ha influido.

En otro orden de cosas, ambos tratamientos han producido aumentos altamente significativos ($P < .001$) en el perímetro del muslo, lo que concuerda con la investigación realizada por Hakikinen et al (1985) en la cual, combinando

trabajos de saltos con cargas del 60%, obtuvo aumentos en el perímetro muscular, a las 6 semanas de entrenamiento, debido a hipertrofia de fibras Ft principalmente (Bompa, 1999; Zatsiorsky, 1995; Garhammer et al, 1992). En nuestro estudio, no podemos saber que tipo de hipertrofia se ha producido, pero si estamos en condiciones de suponer que se ha producido hipertrofia, ya que el aumento del perímetro del muslo ha sido acompañado de un descenso en el porcentaje graso. No podemos descartar que el aumento del perímetro muscular se vea influenciado por el nivel de los deportistas. Se ha demostrado que cargas del 70%, además de producir optimización de la fuerza máxima conllevan un incremento del área transversal del músculo (Gollinck and Bayly, 1986).

En el test intermedio, realizado a la cuarta semana, ambos grupos consiguen ganancias en fuerza significativas, pero en la comparación de los dos grupos, aparecen diferencias significativas ($P < 0,5$) para el SJ y CMJ a favor del CSR (tabla 2,4,5,7 y 8). Diferencias que desaparecen al final del tratamiento (tabla 2 y 3), lo que muestra la eficacia del CSR en periodos cortos de tiempo con relación al CSS. Es probable que la sucesión inmediata de trabajo provoque mayor incitación en el grupo de CSR que el producido en el CSS, aumentando en los músculos requeridos la frecuencia de impulso y por tanto la tensión que son capaces de generar (Sale, 1992; Schmidtbleicher, 1988). Al mismo tiempo, la sucesión inmediata de dos trabajos de diferentes cargas, permite que la coordinación intermuscular también se vea favorecida (Chirosa et al, 2001; Commetti, 1998).

Al finalizar la experimentación, en la comparación entre grupos (tabla 3), existen diferencias significativas en rendimiento para las variables SJ100 y Fmax en semisentadillas, este hecho indica que CSR produce mayores incrementos sobre la fuerza dinámica máxima, probablemente debido a mejores adaptaciones de los factores nerviosos, ya que en ambos grupos se producen adaptaciones morfológicas similares.

En cuanto a los índices de fuerza controlados, se observa como en ambos grupos el índice de elasticidad muestra un descenso muy significativo ($P < .01$). Se puede concluir que los incrementos de fuerza activa conllevan un aumento menor de fuerza reactiva, necesitando un trabajo específico para su mejora (Padial, 1993); traduciéndose después en un incremento de la altura de salto.

Además podemos constatar (tabla 13 y 14) que la fuerza máxima dinámica tiene un alto grado de correlación con el índice de Bosco, que mide la relación entre la fuerza y la velocidad, mostrándose como un índice válido para

el control en deportes que necesitan aplicar una gran fuerza a gran velocidad (Zatsiorski, 1995; Bosco, 1994; Vittori, 1990; Viitasolo, 1988).

También podemos comprobar que existe una relación positiva entre la fuerza explosiva y la manifestación de fuerza elástica, aunque como hemos señalado el índice de elasticidad no muestra significación. Esto indica que el trabajo de contraste incrementa más la manifestación de fuerza explosiva que la fuerza elástica, confirmando que la fuerza elástica necesita ejercicios especiales para su mejora. Por último, en nuestra investigación no hemos encontrado una correlación significativa entre el incremento de la carga levantada en una repetición máxima y el aumento en la altura de salto, contradiciendo los trabajos realizados por Wisloff et al (1998) realizado con jugadores de fútbol de primera nacional.

CONCLUSIONES

- El entrenamiento de contraste con cargas del 70% de la fuerza máxima, combinado con series de 6 a 8 multisaltos, mejora las distintas manifestaciones de fuerza dinámica, sin importar si el contraste se realiza en la sesión o en la serie.
- El entrenamiento de fuerza con el método de contraste en la serie produce mas rápidamente aumentos en la altura de salto si lo comparamos con el método de contraste en la sesión, aunque con el tiempo los resultados se igualan.
- Mediante el entrenamiento de contraste en la serie se mejora más la fuerza dinámica máxima que con el método de contraste en la sesión.
- Los incrementos de fuerza activa son mayores que los de fuerza reactiva.
- El entrenamiento de contraste permite una relación positiva entre la fuerza explosiva y la elástica.

REFERENCIAS

- Adams,G.R.; Hather,B.M.; Baldwin,K.M. y Dudley,G.A. (1993). Skeletal muscle myosin heavy chain composition and resistance training. *Journal of Applied Fisiology*. 74,2:911-915.
- Adams,K; O'Shea,J.P.; O'Shea,L. y Climstein,M. (1992). The effect of six weeks of squat-plyometric training on power production. *Journal of applied sport science research*.6, 1:36-41.
- Baker,D. (1996). Improving vertical jump performance through general, special and specific strength training; a brief review. *Journal Strength and condition Research*. 10, 2:131-136.

- Bauer,T; Thayer,R.E. y Bras,G. (1990). Comparison of training modalities for power development in the lower extremity. *Journal of applied sport science research*. 4,4:115-121.
- Blakey,J. (1987). The combined effects of weight training and plyometrics on dynamic leg strength and leg power. *Journal of applied sport science research*. 1.1:114-16.
- Blattner,S.E. y Noble, L. (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.54.4:583-588.
- Bompa,T.O. (1996). *Power training for sport*. Coaching Association of Canada. Ontario.
- Bompa,T.O. (1999). *Periodization Training for Sports*. Human Kinetics.Champaign, IL.
- Bosco,C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.
- Bosco,C. (1988). El entrenamiento de la fuerza en Voleibol. *RED*.5 y 6: 57-62.
- Bosco,C. (1987) Consideraciones fisiológicas sobre la fuerza explosiva y la velocidad. I Jornadas Internacionales sobre preparación física en deporte. UNISPORT. Málaga.
- Bosco,C. (1987). Valoraciones funcionales de al fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y la potencia anaeróbica y aláctica con el test de Bosco. *Apunts*. 24:151-156.
- Bosco,C. (2000). *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*. Inde. Zaragoza.
- Bosco,C.; Tihanyi,J.; Komi,P.V.; Fekete,G. y Apor.P. (1982). Store and recoil of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscles. *Acta Physiology Scandinavian*.116:343-349.
- Bosco,C. y Pittera,C. (1982). Efectos de los ejercicios de saltos en la fuerza explosiva. *Volleiball*. 6:27-32.
- Bosco,C. y Komi,P.V. (1979). Mechanical characteristics and fibre composition of human leg extensor muscle. *European Journal Applied Physiology*. 41:275-284.
- Brown,M.E.; Mayhew,J.L. y Boleach,M.A. (1986). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 26:1-4.
- Chirosa;L.J.; Viciano,J. (2001). *El entrenamiento integrado en deportes de equipo*. Reprografía Digital. Granada
- Clutch,D.; Wilton,M.; McGown,C. y Bryce,G.R. (1983). The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.54.1:5-10.
- Cometti,G. (1988). *La pliometrie*. Dijon:UFR Staps Dijon. Universite de Bourgogne.
- Cometti,G. (1988). Bases de la musculación moderna. *RED*.6:2-8.
- Cometti,G. (1998). *Los métodos modernos de musculación*. Paidotribo. Barcelona.

- Duke,S. y Beneliyahu,D. (1992). Plyometrics: optimising athletic performance through the development of power as assessed by vertical leap ability and observational study. *Chiropractic sports medicine*. 6.1.10-15.
- Fowler,N.E.; Trazaskoma,Z.; Wit,A.; Iskra,L. y Lees,A. (1995). The effectiveness of a pendulum swing for development of leg strength and counter movement jump performance. *Journal of sports sciences*. 13,2:101-108.
- García,J. M. (1999). *La Fuerza*. Gymnos. Madrid.
- Garhammer,J. y Takano,B. (1992). Training for weightlifting. In: Komi, P.V. *Strength and power in sport*. Blackwell Scientific Publications. London
- Gemar,J.A. (1988). The effects of weight training and plyometric training on vertical jump, standing long jump and forty-meter sprint. University of Oregon.
- Gonyea,W.J.; Sale,D.; Gonyea,F. y Milesky. (1986). Exercise induce increases in muscle fibre number. *European Journal Applied Physiology*. 55:137-141.
- González,J.J. (1996). Efectos de diferentes cargas de entrenamiento sobre la fuerza muscular, la técnica y los procesos fisiológicos. Universidad de Granada.
- González,J.J. y Gorostiaga,E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento*. Zaragoza: Inde.
- Gracelli. (1995). Efeitos do treinamento pliometrico e treinamento isotonico com sobrecarga sobre ariavesi componentes do salto em extensao. Universidade de Sao Paulo.
- Hakkinen,K.; Kalline,M.; Izquierdo,M. Jokeainen,K, Kassila,H, Malka,E, Kraemer,WJ, Newton,RU. y Alen,K. (1998). Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. *Journal Applied Physiology*. 84.4:1341-1349..
- Hakkinen,K.; Pakarinen,A; Alrn,M.; Kauhane,H. y Komi,P.V. (1988). Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *Journal Applied Physiology*. 65. 6:2406-2412.
- Hakkinen,K.; Komi.P.V.; Allen,M. (1985). Effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch-shortening cycle exercise. *Scandinavian journal Sports Sciences*.7.2:65-76.
- Hortobaguy,T.; Galudi,J. ; Mihalyfi,P.; Boldog,I; y Merkely,B. (1985). Effects of varying types of strength training on maximal voluntary contraction, electromyographic activity and speed profile of the human knee extensors. *Hungarian review of sports medicine*. 26.2:97-109.
- Kaneko,M.; Fuchimoto,T.; Toji,H. y Sney,K. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scandinavian Journal of Sport Sciences*. 5.2:50-55.
- Kauhane,H.A.; Hakkinen,K. y Komi,P. (1988). Changes in biomechanics of weightlifting and neuromuscular performance during one year training

- of elite weightlifters. *International Series on Biomechanics*. 11b:895-900.
- Komi,P.V. y Bosco,C. (1987). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in sports and exercise*. 10.4: 261-265.
- Lesko,M. (1981). Efecto del ejercicio “salto vertical previo salto de profundidad” en al estrutura motriz del impulso de voleibolistas juveniles. *Teorie a praxe telesné výchovy*. 4:231-239.
- Marina,M. Y Gusi,N. (1997). El entrenamiento de la fuerza de salto en gimnasia artística femenina. *Apunts Educación Física y Deporte*. 47:67-73.
- Mayhew,J.L. Ware,J.S.; Johns,R.A. y Bemben,M.G. (1997). Changes in upper body power folloeing heavy-resistance strength traning in college men *Int. Jounal Sports Medicine*. 18.7:516-520.
- Moritni,T.; Muro,M; Ishida,K. y Taguchi,S. (1987). Electrophysiological analyses of the effects of muscle power training. *Research Journal Physiology*. 1:23-32.
- Moss,B.M, Refsnes,P.E. Adildgaarde,A, Nicolayen,K. y Jensen,J. (1997). Effects of maximal effort strength training with diffrent loads on dynamic strength, cross-sectional area, load power and load-velocity relationships. *European Journal Applied Physiology*. 75.3:193-199.
- Oses,A. (1983). O efeito de tres diferntes programas de treinamento do salto en profundidade sobre os resultados dos saltos vertical e horizontal. *Universidade de Sao Paulo*.
- Padial,P (1993). Relaciones entre los diferentes tipos de fuerza en los voleibolistas de elite y sus modificaciones en el entrenamiento. *Congreso Mundial de ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. Granada.
- Piedra,D.; Salazar,W. y Fonseca,L. (1997). Entrenamiento de ejercicios pliométricos basados en su altura óptima y su influencia en la fuerza, velocidad y potencia. *IV Simposyum Internacional en Ciencias del Deporte y la Salud*. Boletín Informativo. Universidad de Costa Rica.
- Pincivero,D.M. Lephart,S.M. y Karunakara,RG. (1997). Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short-term high intensity traning. *Journal Sports Medicine*. 31.3:229-234.
- Pokrajac,B.R. (1985). Caracteristicas antropométricas y motrices del jugador de balonmnao. *I Jornadas sobre especialidades deportivas*. Programa de perfeccionamiento para entrenadores de balonmano. UNISPORT. Málaga.
- Polhemus,R. (1983). El entrenamiento pliométrico para la mejora de la destreza deportiva *Askesis* 2:14-15. Traducida de la revista *Scholastic Coach*. 57,8.
- Sale,D.G. (1993). Determining factors of strength. *NSCAJ*. 15.1:9-31.
- Sale,D.G. y McDougall,J.D. (1981). Specificity in strength training: a review for the coach and athlete. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*. 6:87-92.

-
- Schimidtleicher,D. (1988). Resultados y métodos de investigación del entrenamiento de fuerza rápida. Actas de fuerza rápida. Málaga.
- Siff,M. y Verkhoshansky,Y. (2000). Superentrenamiento. Paidotribo. Barcelona.
- Thorstenson,A. (1976). Muscle strength, fibre types and enzyme activities in man. Acta Physiology Scandinavian. 443:1-44.
- Tous,J. (1999). Nuevas tendencias en fuerza y musculación. Ergo. Barcelona.
- Velez,M. (1992). El entrenamiento de fuerza para la mejora del salto. Apunts de medicina del deporte. 112:139-156.
- Verkhoshansky,Y. (1973). Salto de profundidad en el entrenamiento de los saltadores de longitud. Tract Technique. Traducido del Legkaya Atletikca. Sep. 1967.
- Vittori,C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. RED. 4.3:2-8.
- Wisloff,U. ; Helgerud,J y Hoff,J. (1998). Strength and endurance of elite soccer players. Medicine and Science in Sports and Exercise.30.3:462-467.
- Zanon,S. (1977). Las cadenas biocinéticas del cuerpo humano. Atlética leggera. 211:1-5.
- Zanon,S. (1975). Problemática de la mejora de la fuerza muscular en las actividades deportivas. Atlética leggera. 186.
- Zatsiorski,V.M. (1995). Science and practice of strength training. Human Kinetics. Champaign, IL.
- Zurita,C.; López,D. y Balgüe,N. (1995). El entrenamiento de la fuerza explosiva. Repercusiones sobre el elemento contráctil y elástico muscular. Apunts Educación Física y Deportes. 32:41-49.

