



Entrenamiento en Población Pediátrica. Fundamentos Fisiológicos.

Dr. Santiago Kweitel
Médico Pediatra y Deportólogo
Director de Deportología Pediátrica

Fundamentos Fisiológicos

El entrenamiento de niños y jóvenes es posible y recomendable siempre que se ajuste a las posibilidades y limitaciones de cada edad y sexo. Para ello es absolutamente necesario el respeto a las posibilidades de adaptación a la edad y a la individualidad, lo cual implica considerar en todo momento las posibilidades biológicas, el talento, la motivación y la disposición del niño para lograr resultados óptimos (Fernando Navarro Valdivieso).

Fundamentos Fisiológicos

Principales Objetivos del Entrenamiento:

- 1) Preparar a los deportistas en crecimiento para lograr el mejor rendimiento físico a largo plazo, siendo éste, resultado de un trabajo sistemático y planificado.
- 2) Asegurar un normal y correcto desarrollo madurativo.

Crecimiento y Desarrollo

En las últimas décadas se ha producido un aumento significativo del volumen y la intensidad del entrenamiento de los deportistas en crecimiento. Lo que trajo aparejado que diversas asociaciones científicas relacionadas con el deporte, alertaran sobre el riesgo que esto conlleva. Un entrenamiento excesivo podría tener un efecto adverso sobre el crecimiento establecido genéticamente para una persona y, en general, sobre su normal desarrollo (Cooper 1994, Warren y Shangold 1997).

Crecimiento y Desarrollo

- Es imperativo que los profesionales que trabajan en el orden del deporte infantil y juvenil den cuenta de los procesos relacionados con el crecimiento, desarrollo y maduración.
- La estatura depende fundamentalmente de la carga genética, no así el peso y más específicamente la composición corporal, que son influenciados por factores ambientales, como la alimentación y la actividad física.

Crecimiento y Desarrollo

- En varones que entrenan un deporte en forma competitiva se observa más frecuentemente que en niñas, un descenso de la masa adiposa y un aumento de la masa muscular (Boileau y col, 1985, Parizkova, 1974). Sin embargo, es difícil separar los efectos propios del entrenamiento de los asociados a la edad durante el crecimiento normal del adolescente.
- En los varones, tanto deportistas como no deportistas, se observa un descenso en el porcentaje graso durante la adolescencia, aunque los que practican deportes tienden a tener niveles menores de masa adiposa (Malina y Bouchard, 1991).

Crecimiento y Desarrollo

- En las **Ciencias del Deporte**, la madurez de un individuo es evaluada a través del **grado de desarrollo somático, sexual y óseo**. Aunque ninguno de ellos, de manera aislada, nos da una completa descripción del tempo de crecimiento y maduración, existe una alta concordancia entre ellos (Beunen, 1989).

Maduración Ósea

- La **maduración ósea** es, quizás, el mejor método para la valoración de la edad biológica o el estado de maduración de un niño. La madurez esquelética puede ser calculada por distintos métodos. Los más recomendables son los de **Greulich & Pyle** que consiste en un atlas de radiografías en distintas etapas madurativas; y el de **Tanner & Whitehouse** en el que se asigna a cada hueso un puntaje proporcional al estado madurativo, así la edad ósea se obtiene sumando el puntaje de cada hueso. Ambas requieren solamente una Radiografía de mano y muñeca izquierdas.
- La edad ósea de un niño se relaciona siempre con su edad cronológica y con ello se sabe si tiene una maduración esquelética adelantada, retrasada o está en la media.

Maduración Ósea

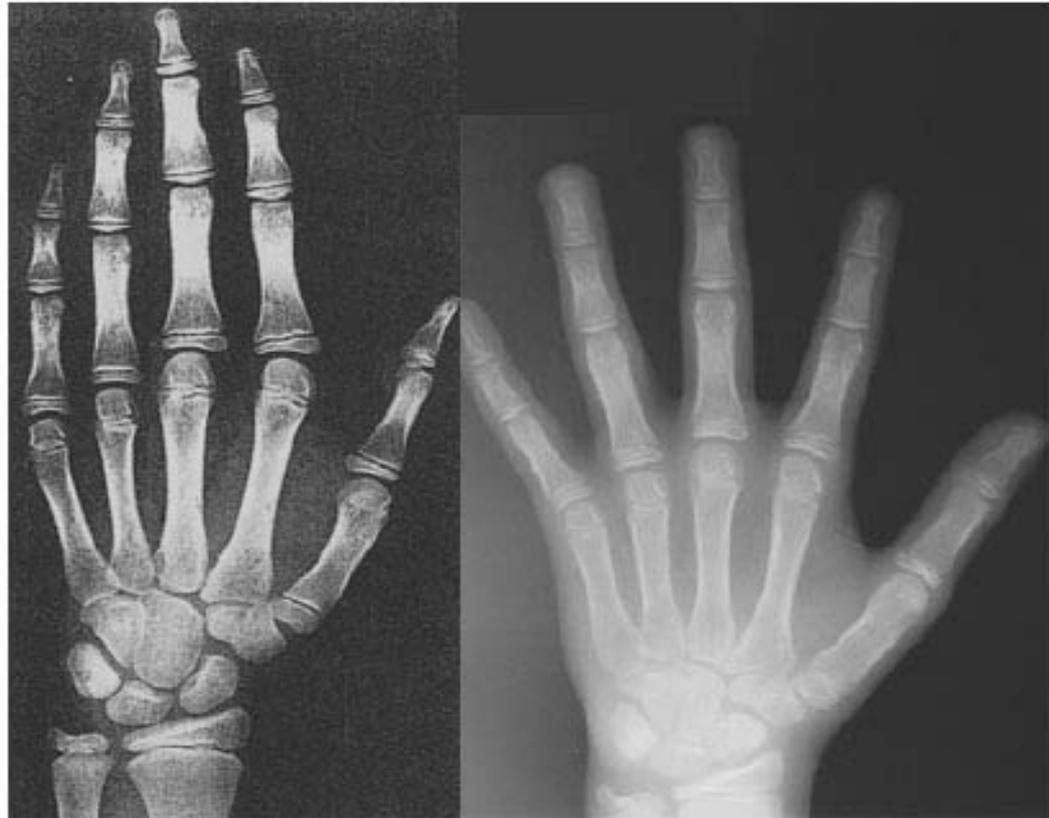


FIGURE 1 - Comparison of hand and wrist radiograph of 10-year-old girl and the corresponding standard in the Greulich & Pyle atlas⁷.

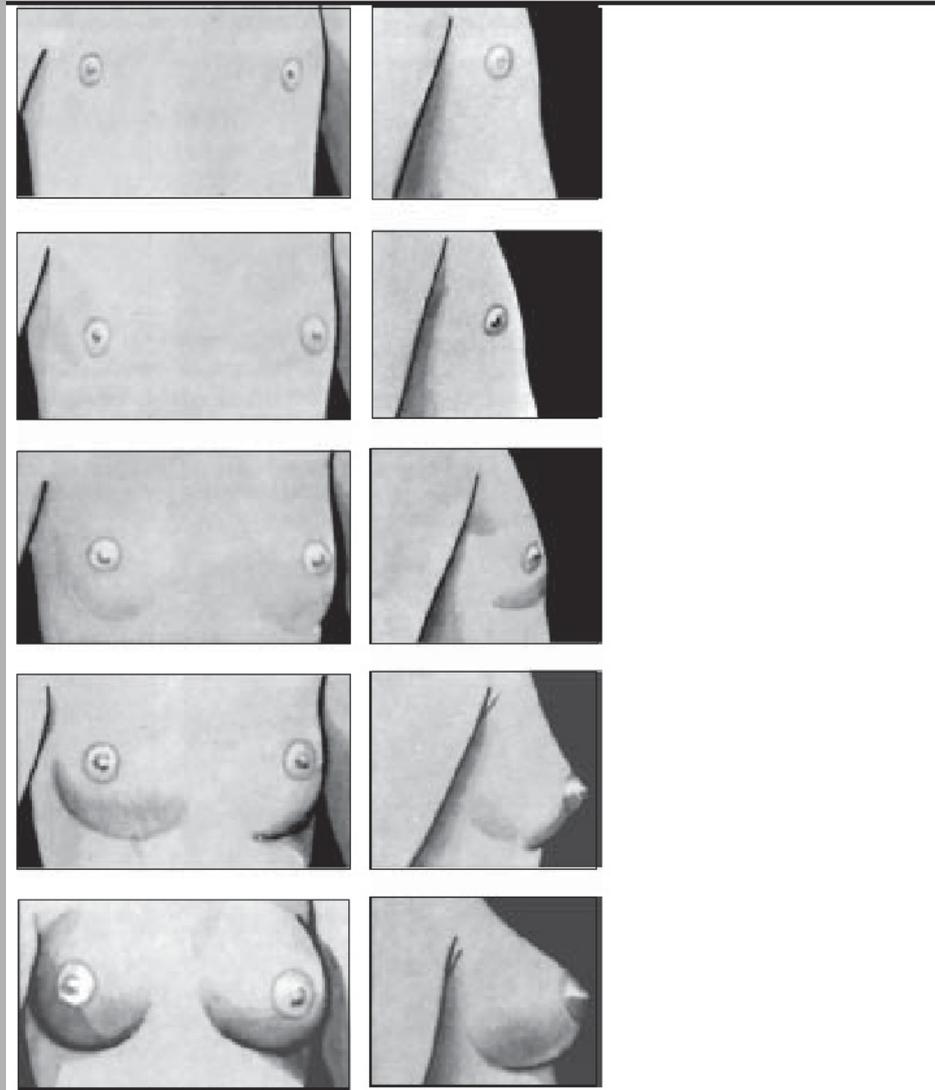
Maduración Ósea

- Si se utiliza la edad ósea como criterio para determinar el grado de madurez de un individuo, tendremos que aquel cuya edad ósea esté en más/menos 1 año con relación a su edad cronológica estará dentro del grupo clasificado como madurez dentro de la media.
- Un chico cuya edad ósea sea >1 año con relación a su edad cronológica será clasificado como de madurez temprana o avanzada. Finalmente, si la edad ósea es <1 año que la cronológica será madurez tardía o retrasada.

Madurez Sexual

- La valoración de la madurez sexual está basada en el estudio del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios: el desarrollo del pecho y menarca en niñas; el desarrollo de pene y testículos en niños, y el vello pubiano en ambos sexos.
- Tanner ha desarrollado un método de 5 estadios para valorar la madurez sexual.

Maduración Sexual: desarrollo de las mamas



Maduración

- Una madurez adelantada influye positivamente sobre diferentes variables relacionadas con la aptitud física y se asocia a niños más altos (Malina, 1994; Baxter-Jones, 1995) con una mayor masa muscular y un mayor volumen cardíaco, entre otras adaptaciones (Malina, 1994; Beunen y col, 1981); todo lo cual ejerce un efecto positivo en el desarrollo de la potencia aeróbica, la fuerza muscular y la resistencia aeróbica.

Maduración

- Si tomamos como índice de madurez el PHV y lo comparamos con diversas variables relacionadas con el rendimiento físico, encontramos que el desarrollo de la **fuerza máxima** ocurre después de los picos en la velocidad de crecimiento de la estatura y del peso en los chicos (Carron y Bailey, 1974).
- Varios trabajos han estudiado la relación **VO2 max./PHV** (Cunningham y col, 1984; Kemper 1985; Mirwald y Bailey, 1986; Rute Franz y col, 1982). Según los mismos el VO2 max., medido en valores absolutos, comienza a aumentar alrededor de 5 a 6 años antes del PHV y continúa aumentando durante el pico de crecimiento puberal. El VO2 max., medido en valores relativos, es más variable en estos cuatro estudios, pero generalmente comienza a declinar alrededor de 1 año antes del PHV.

Fase Sensible

Aquel período ontogénico donde el organismo muestre una mayor susceptibilidad a un determinado tipo de entrenamiento para una capacidad motora, ha sido denominado como fase sensible para esa capacidad (Winter 1986)

Fases Sensibles

1) Fase sensible para el entrenamiento de la **Fuerza**: En niños ocurre 1,2 años después del pico de crecimiento de altura.

En niñas no hay cambios bruscos en el ritmo de ganancia de fuerza.(Faigembaum 1996, Platanov 1989)

2) Fase sensible para el entrenamiento de la **Velocidad**: ocurre entre los 9 y 10 años, al producirse una maduración del Sistema Nervioso, justo antes del pico de crecimiento de estatura y de producirse una pérdida temporal del esquema corporal (Habbelink 1989).

Fase sensible-VO2 max.

- La máxima velocidad de crecimiento (peak height velocity) es alcanzada entre los 13 y los 14 años (para los chicos, un poco antes las chicas). El punto de máxima velocidad en el incremento del VO2máx. se alcanza 4 meses después y coincide con el pico de máxima secreción de testosterona (Ossorio Lozano, 2003).
- Estudios realizados por **Kobayashi (1978)** han demostrado que entrenar antes de los 12 años tiene un pobre efecto sobre la capacidad aeróbica, mientras que entrenar en el año previo al pico de máximo crecimiento en altura (PHV), y desde este momento en adelante, resulta en un incremento de los valores de VO2máx. en relación a los que se podía esperar genéticamente.

Flexibilidad-Fase Sensible

- Varios autores coinciden al afirmar que la etapa de mayor entrenabilidad o fase sensible de la flexibilidad está comprendida entre los **9 y 14 años de edad**. Ello no quiere decir que, una vez superada esta etapa, ya no exista la posibilidad de mejora de recorrido angular en los distintos núcleos articulares del cuerpo humano. Lo que concretamente se quiere significar es que, más que en ninguna otra edad de la vida, entre los 9 y los 14 años la aplicación de los distintos métodos y técnicas aportan los mejores resultados. (La flexibilidad en las distintas etapas de la vida. Mario Di Santo)

¿Se puede entrenar la fuerza en los niños?



Entrenamiento de la Fuerza

Los programas de entrenamiento de fuerza pueden emprenderse para mejorar el rendimiento deportivo, rehabilitar lesiones, prevenir lesiones, y/o mejorar la salud a largo plazo. Los estudios han mostrado que el entrenamiento de fuerza, cuando se estructura apropiadamente con respecto a la frecuencia, modo (tipo de levantamiento), intensidad y duración del programa, puede aumentar la fuerza en los preadolescentes y adolescentes. (Academia Americana de Pediatría)

Entrenamiento de la Fuerza

- La entrenabilidad de la fuerza esta condicionada por el trabajo en dos aspectos diferenciados pero íntimamente ligados, los factores nerviosos y los factores musculares.
- Dentro de los factores nerviosos se encuentran los procesos de reclutamiento y sincronización de unidades motrices, junto con la coordinación intermuscular. Los factores nerviosos deben estimularse desde edades tempranas con el fin de que el niño, aprovechando la maduración del sistema nervioso consiga obtener la coordinación inter e intra muscular adecuada.
- Por otra parte se encuentran los factores musculares que se componen por el tipo de fibra y la sección transversal del mismo; estos tienen como relevancia el incremento de estos componentes por estar directamente ligado con la maduración sexual del individuo.

Entrenamiento de la Fuerza en niños

-En preadolescentes hay bajos niveles de **andrógenos**, como para estimular adaptaciones musculares y ganancias de fuerza como en los adultos.

-Los niños han demostrado una gran capacidad para mejorar niveles de fuerza por medio de **adaptaciones neurales** que se basan en el incremento de las unidades motoras activas, una mayor coordinación y dominio técnico de los movimientos que se relacionan especialmente con mejoras en la coordinación y sincronismo muscular.

Academia Americana de Pediatría 2001, Faigembaum 1996, Nacleiro 2007

Entrenamiento de la Fuerza en Niños

- Estudios científicos demuestran que el entrenamiento de la fuerza en niños, no altera su normal crecimiento, desarrollo o maduración.(Faigenbaum 2000)
- El entrenamiento debidamente supervisado, estimula el desarrollo óptimo de los procesos del crecimiento, desarrollo y maduración en todos sus sentidos (psíquico, físico, cognitivo, emotivo).(Faigenbaum 2000)
- Diversos estudios han demostrado que los niños que entrenan la fuerza, presentan menor incidencia de lesiones. (Faigenbaum 2006, Faigenbaum 1996)

Entrenamiento de la Fuerza

- Ramsey y col. (1990) examinaron el efecto de un entrenamiento de 20 semanas de duración (3 veces por semana) sobre la masa muscular y la activación neural en niños de 9 a 11 años de edad. Observando un aumento significativo de la fuerza máxima de brazos y piernas, independientemente de la ganancia de masa muscular. Concluyendo que el aumento de la fuerza en preadolescentes, se debe a una mejora en la coordinación intramuscular y a un aumento de la activación de los músculos agonistas y/o inhibición de los antagonistas.

Maduración somática y entrenamiento de la Fuerza.

- En niños el pico de ganancia de fuerza se ha relacionado con la fase sensible para el desarrollo del entrenamiento de dicha capacidad, entendiendo por ello el periodo en donde el organismo muestra mayor susceptibilidad para entrenar una capacidad determinada, dicho pico ocurre 1,2 años después de producirse el pico de velocidad de crecimiento vertical (Talla) y 0,8 años antes que el pico de velocidad de aumento de Peso Corporal. De esta manera primero se produce el pico de velocidad de crecimiento y luego aumenta la masa corporal y el peso muscular para permitir incrementos significativos en las capacidades de aplicar fuerza (Faigenbaum et al.).

Entrenamiento de la Fuerza

Orientación del entrenamiento en la Fase Pre-Puberal:

- Desarrollo Neuromuscular
- Desarrollo de la Fuerza polivalente o general
- Lograr equilibrio y armonización de los grupos musculares
- Desarrollo de la zona media
- Lograr la adquisición de patrones motrices con el aprendizaje de la técnica de los ejercicios Dinámicos o del Lev. Olímpico.

Loguercio, R; Kweitel, S; Delfante, G.

Entrenamiento de la Fuerza

- Orientación del entrenamiento en la Fase de inicio de la Pubertad:
 - Perfeccionamiento técnico de los ejercicios
 - Desarrollo de la Coordinación Neuromuscular
 - Desarrollo de la Fuerza Resistencia
 - Desarrollo de la Fuerza Explosiva
 - Inicio de la Hipertrofia

Riesgos del Entrenamiento de la Fuerza

La Comisión para la Seguridad del Producto del Consumidor americana, a través de su Sistema Electrónico de Vigilancia de Lesión Nacional (NEISS), ha estimado el número de lesiones asociadas con el equipamiento del entrenamiento de fuerza. Los datos de la NEISS no especifican la causa de lesión ni separan las lesiones de la halterofilia entre el ámbito recreativo y el competitivo. De 1991 a 1996, se estimaron de 20.940 a 26.120 lesiones ocurridas cada año en individuos por debajo de los 21 años. De acuerdo con los datos de la NEISS y otros estudios, las roturas de fibras musculares supusieron entre el 40% y el 70% de todas las lesiones. La zona lumbar era el área más comúnmente lesionada.(AAP)

Riesgos del Entrenamiento de la Fuerza

Solo se ha comunicado un número limitado de casos de lesiones epifisarias de la muñeca y de lesiones apofisarias de la columna vertebral por halterofilia en individuos con el esqueleto inmaduro. Estas lesiones son raras y se cree que son fácilmente prevenibles evitando las técnicas de levantamiento inapropiadas, los levantamientos máximos, y los levantamientos supervisados de una forma inadecuada(AAP).

Riesgos del Entrenamiento de la Fuerza

Los programas de entrenamiento de fuerza no parecen afectar de una forma adversa al crecimiento y no parecen tener ningún efecto perjudicial a largo plazo en la salud cardiovascular.(AAP)

Los deportistas jóvenes con hipertensión pueden experimentar una elevación posterior de la tensión arterial por las demandas isométricas del entrenamiento de fuerza.(AAP)

Recomendaciones de la AAP para el entrenamiento de la fuerza.

- Los preadolescentes y adolescentes deben evitar la halterofilia de competición, el levantamiento de pesas, el fisicoculturismo y los levantamientos máximos hasta que alcancen la madurez física y del esqueleto.
- Cuando se pide a los pediatras recomendar o evaluar los programas de entrenamiento de fuerza para niños y adolescentes, deben ser considerados los siguientes problemas:
 - a. Antes de empezar un programa formal de entrenamiento de fuerza se debe realizar una evaluación médica por el pediatra. Si es necesario, puede hacerse una consulta con un médico de medicina del deporte que está familiarizado con varios métodos de entrenamiento de fuerza así como con los riesgos y los beneficios en preadolescentes y adolescentes.

Recomendaciones de la AAP para el entrenamiento de la fuerza.

- b. Los ejercicios específicos del entrenamiento de fuerza deben aprenderse inicialmente sin carga. Se pueden añadir cargas incrementales cuando se domina la técnica.
- c. Los programas de fortalecimiento general deben dirigirse a todos los grandes grupos musculares y realizar el ejercicio a través del rango completo de movimiento.
- d. Debe evaluarse cualquier signo de lesión o de enfermedad relacionado con el entrenamiento de fuerza antes de continuar el entrenamiento.

Entrenamiento de la Resistencia

- "El desarrollo de la potencia muscular anaeróbica durante test de fuerza-velocidad y test de Wingate (en niños) es menor que en adultos incluso si se expresa por unidad de masa corporal.
- La concentración de lactato en sangre es menor en niños.
- Esta inmadurez del metabolismo anaeróbico, especialmente de la "vía láctica", podría ser el resultado de una menor actividad enzimática anaeróbica (lácticodeshidrogenasa, fosfofructokinasa, etc) y del contenido de glucógeno.
- Durante la pubertad, el metabolismo láctico, empieza a desarrollarse significativamente, simultáneamente con la masa muscular".

Fellmann y Coudert; Guerrero Almeida, L, Naranjo Orellana, J.

Respuesta Cardiovascular

- Según Turley y Wilmore, está bien documentado que niños y niñas presentan un menor gasto cardiaco (Q) que los adultos para un consumo de oxígeno dado.
- Este bajo gasto cardiaco en los niños, es atribuido a un menor volumen sistólico (VS), el cual es parcialmente compensado por un alto valor de la frecuencia cardiaca (FC). Una mayor diferencia arterio-venosa de O₂ [(a-v) O₂] en niños compensa su bajo gasto cardiaco para alcanzar el mismo o similar VO₂.
- Esta mayor diferencia (a-v) O₂, sería debida a diferentes factores, entre los que cabría mencionar un mayor flujo sanguíneo muscular y una menor afinidad de la hemoglobina por el oxígeno.

Fellmann y Coudert; Guerrero Almeida, L, Naranjo Orellana, J.

Respuesta Cardiovascular

- La mayor FC y menor VS en los niños estaría relacionada con un menor tamaño de su corazón y un menor volumen sanguíneo; además, esta mayor FC en niños, se relaciona con la menor cantidad absoluta de músculo reclutado para la misma cantidad de trabajo (VO_2) y el hecho de que los niños realizan el trabajo a una mayor intensidad relativa.

Consumo de Oxígeno.

- **Baquet et al**, realiza en 2003 un metaanálisis de 51 estudios, de los que finalmente quedan 22, en el que se analizan las adaptaciones inducidas por el entrenamiento en el trabajo aeróbico en niños.
- La principal conclusión de este estudio con respecto al VO_2 máx, es que la mejora media alcanza valores del 8 al 10% en los estudios que pretendían efectos significativos del entrenamiento y tan sólo era del 5% en los demás.

Entrenamiento de la Resistencia

Para trabajar la resistencia en niños de Primaria habrá que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Trabajar la resistencia aeróbica, anaeróbica aláctica y nunca la resistencia anaeróbica láctica.
- Hacerlo de forma global y no específica.
- Trabajarla de la forma más lúdica y variada posible.
- Controlar periódicamente la Frecuencia Cardiaca y no pasar de las 170 ppm.
- Extremar las precauciones con los alumnos obesos.
- Llevar un buen ritmo que les permita poder hablar mientras corren.

“Las capacidades físicas básicas en primaria”. García López, A.; Gil Marmol, S.

Test de Laboratorio: Consumo máximo de Oxígeno



Test de Campo: Test de Course Navette



Flexibilidad



Naturaleza de la Flexibilidad

- Además de la resistencia, la fuerza y la velocidad, la flexibilidad es una cualidad física que forma parte importante del desarrollo total de la forma física.
- La flexibilidad no existe como característica general, es específica de una articulación en particular y de la acción articular(Bryant,S., 1984).
- No se puede utilizar ningún Test de Flexibilidad para evaluar la flexibilidad total del cuerpo (ACSM, 2000).



Entrenamiento de la Flexibilidad

- En cuanto a las pruebas de medición de la flexibilidad parece difícil encontrar alguna que pueda medir la flexibilidad global. La mayor parte de los autores se inclinan a pensar que es específica de cada articulación.
- La población joven que practica actividad física tiene mejor flexibilidad que los que no lo hacen
- Los entrenamientos específicos realizados habitualmente parecen mejorar algo la flexibilidad. Los entrenamientos genéricos y la competición sólo no consiguen mejora.
- Hay discrepancias en los diversos autores en cuanto a la influencia del crecimiento y de la edad en la flexibilidad. Las correlaciones entre medidas antropométricas y flexibilidad y entre edad y flexibilidad difieren según los distintos estudios.
- No ocurre tal cosa con el sexo: está claro que las chicas son más flexibles que los chicos y que su flexibilidad está más generalizada. En los chicos es más específica.
- Existe relación entre flexibilidad e incidencia en las lesiones. Parece que la flexibilidad tiene su importancia evitando lesiones.

Arregui Eraña, J.A. y Martínez de Haro, V. (2001). Estado actual de las investigaciones sobre la flexibilidad en la adolescencia. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Técnicas de Elongación Muscular

- Elongación Balística.
- Elongación Pasiva Asistida.
- Elongación Activa.
- Elongación con Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) .



Flexibilidad: Deportista recreativo.



Obsérvese la giba dorsal, compensando la limitación de la cadena Posterior.

Entrenamiento de la Flexibilidad en deportista de alto rendimiento



Test Seat & Reach



Entrenamiento de la Velocidad



Velocidad

- Algunos aspectos de la velocidad son mejorables desde edades muy tempranas, como son los casos del tiempo de reacción y la frecuencia de movimiento, al estar estos aspectos ligados a la maduración del sistema nervioso, y no a otros aspectos funcionales.
- Los tiempos de reacción y la frecuencia de movimiento alcanzan los mismos valores que en el adulto al final de la pubertad.
- No ocurre lo mismo cuando hablamos de los aspectos de la velocidad que dependen de la fuerza (especialmente la fuerza máxima) y de la resistencia

Propuesta de Grosser (1992) para la progresión del entrenamiento de la velocidad

- **7-9 años:** Incremento de la velocidad de reacción y la velocidad frecuencial sin variación respecto al sexo.
- **9-12 años:** Se produce una fase sensible de la velocidad de reacción y de la velocidad frecuencial, y en parte también de la velocidad de movimiento.
- **12-15/17 años:** Al principio de la fase: fuerza-velocidad (H-M) con resistencias medianas. Al final de la fase: fuerza-velocidad con resistencias mayores. Mejora de la resistencia de la velocidad máxima.
- **15/17-17/19 años:** Se elevan: velocidad de base (H-M), fuerza-velocidad y resistencia de la máxima velocidad

La velocidad: factores, manifestaciones, entrenamiento para niños y su evaluación.
Quintana, P.

Bibliografía Recomendada

- Adaptaciones biológicas en niños y adolescentes deportistas para el alto rendimiento. Comopilador: Pedro García Avendaño.
- Bases fisiológicas del entrenamiento de la fuerza con niños y adolescentes. Dominguez La Rosa, P. y Espeso Gayte, E.
- Desarrollo de la Fuerza en el deportista joven. Mikel Izquierdo Redín, Javier Ibañez Santos.
- Entrenamiento adaptado a los jóvenes. Fernando Navarro Valdivieso.
- Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes. Academia Americana de Pediatría.
- Estado actual de las investigaciones sobre la flexibilidad en la adolescencia. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 1 (2) p. 127-135 <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista2/artflexi.htm> Arregui Eraña, J.A. y Martínez de Haro, V. (2001).
- La flexibilidad en las distintas etapas de la vida. Mario Di Santo
- Lavelocidad: factores, manifestaciones, entrenamientos para niños y su evaluación. Pablo César Martín Quintana. <http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 14 - N° 131 - Abril de 2009
- “Las capacidades físicas básicas en primaria”. García López, A.; Gil Marmol, S.
- Propuesta Metodológica para el trabajo de la Fuerza en Deportistas en Crecimiento. Loguercio, R; Kweitel, S; Delfante, G.
- ¿QUÉ SABEMOS REALMENTE ACERCA DEL TRABAJO FÍSICO EN LOS NIÑOS?
Laura Guerrero Almeida, José Naranjo Orellana.