

El entrenamiento de fuerza en niños

Luis Carrasco Páez
Gema Torres Luque

Licenciados en Educación Física
Departamento de Educación Física y Deportiva
Universidad de Granada

Palabras clave

entrenamiento de fuerza, niños, prepuberal

Abstract

In this paper, besides collect the information concerning strength training in children over the last years, the factors which affect in a direct manner on its application and development, different types and means of strength training which are used in this age (prepuberal), the effects on structural plane and strength gains, its relation with development of other capacities, sexual differences, its evaluation as soon as the precautions which must be taken to reduce the risks of this training have been determined. In this way, the controversy, that has been on for several years about the viability for the strength training with children between a lot of professionals of physical education and training has been tried to be resolved, independently of any sport training.

Resumen

En el presente trabajo, además de recabar la información existente en relación con el entrenamiento de fuerza en niños en los últimos años, se determinan los factores que inciden de forma directa sobre su aplicación y desarrollo, los diferentes tipos y medios de entrenamiento de fuerza que son empleados en esta edad (prepuberal), los efectos producidos tanto en el plano estructural como el nivel de fuerza, su relación con el desarrollo de otras cualidades y capacidades, las diferencias sexuales, su evaluación así como las precauciones que se han de tomar de cara a reducir los riesgos que puede presentar este tipo de entrenamiento. De esta forma se intenta aclarar la controversia existente desde hace tiempo entre muchos de los profesionales de la Educación Física y del entrenamiento deportivo sobre la viabilidad del trabajo de fuerza en niños, independientemente del entrenamiento de cualquier especialidad deportiva.

Introducción

El entrenamiento de la fuerza desempeña un papel importante en la formación y en el desarrollo general de los niños y adolescentes y es por esta razón por la que esta cualidad debería comenzar a trabajarse desde los primeros años de vida (Cerani, 1990).

Durante mucho tiempo se ha mantenido la controversia del entrenamiento de fuerza en niños. Numerosos médicos, fisiólogos y profesionales de la educación física han desaconsejado y hasta incluso prohibido este tipo de entrenamiento en la infancia, mientras otros lo han apoyado y prescrito. Entre las razones que argumentan aquellos que rechazan el desarrollo de la fuerza en edades tempranas se pueden encontrar las diferencias estructurales de la musculatura de los niños respecto a la de los adultos, la ausencia de determinadas hormonas anabólicas, el excesivo estrés que, para un organismo todavía por constituir, supone el entrenamiento con pesas y la ineficacia de dicho entrenamiento en la ganancia de fuerza por parte de los niños. Los promotores o partidarios de este tipo de entrenamiento en niños aportan distintas ventajas derivadas del mismo, tales como la prevención de futuras lesiones articulares, ligamentosas, tendinosas y musculares, el aumento de la densidad mineral ósea que puede prevenir al joven de osteoporosis en su madurez, además de un aumento notable de fuerza.

Un ejemplo claro de esta falta de acuerdo entre especialistas y profesionales de la educación física se da en el estudio realizado por Michaud (1994). En él se repartieron 350 cuestionarios a un mismo número de cirujanos ortopédicos con el que se trataba de recabar la opinión de estos especialistas sobre el entrenamiento de fuerza en niños. En los 76 cuestionarios contestados y posteriormente analizados, se pudo observar que la mayoría de estos cirujanos no estaban de acuerdo con un entrenamiento de fuerza en niños, argumentando diferentes lesiones de carácter óseo que pueden derivarse de dicho entrenamiento. A pesar de ello, otros cirujanos se mostraron a favor del desarrollo de la fuerza en estas edades, indicando que este aspecto puede ser beneficioso en la prevención de lesiones óseas y musculares relacionadas con el sobreesfuerzo o sobrecarga.

El objetivo de esta revisión documental es, por tanto, clarificar la problemática suscitada en lo referente al entrenamiento y desarrollo de la fuerza en niños, aportando las ideas y conclusiones a las que han llegado los autores más relevantes en los últimos años.

Bases fisiológicas del entrenamiento de la fuerza y su aplicación en niños.

Fases sensibles

Desde un punto de vista fisiológico, la fuerza se entiende como la capacidad que tiene el músculo de producir tensión al activarse o, como se entiende habitualmente, al contraerse. A nivel ultraestructural, la fuerza está en relación con el número de puentes cruzados de miosina que pueden interactuar con los filamentos de actina (Goldspink, 1992). Así, esta fuerza muscular está determinada, en parte, por el número y el área correspondiente al corte transversal de las fibras musculares implicadas en una contracción. El número de fibras se determina, en gran parte, justo después del nacimiento, mientras que el diámetro de la fibra aumenta de forma paralela al creci-

miento global del cuerpo del niño. Debido a esto, la capacidad de desarrollo de la fuerza en el niño evoluciona durante toda la infancia (Rowald, 1990). La fuerza muscular también depende de la hipertrofia del tejido conectivo y del aumento de capilares que rodean a las fibras musculares (Gómez-Carramiñana, 1996), sin olvidarnos de las neuronas motrices que inervan a dichas fibras.

En su proceso evolutivo, los músculos de los niños muestran diferencias evidentes de tipo morfológico, histológico y bioquímico en relación a los de los adultos. A consecuencia de ello, la velocidad de contracción muscular en los niños es más baja que en los adultos (Asai y Aoki, 1996). Además, y según Cerani (1990), el sistema óseo del niño es más elástico que el del adulto a causa de una menor calcificación, aunque por el contrario, es menos resistente a la presión y a la flexión. Es importante conocer al detalle estas diferencias estructurales para definir con exactitud las cargas y orientar el entrenamiento de fuerza de forma idónea. De cara a una correcta aplicación del entrenamiento de fuerza en niños, además de tener en cuenta todo lo expuesto anteriormente, es necesario conocer la influencia de otros factores que inciden de forma importante en su desarrollo, como son:

Factores hormonales y nerviosos

Muchos detractores del entrenamiento de fuerza en niños indican que éstos son incapaces de aumentar sus niveles en esta cualidad debido a la falta de hormonas androgénicas en sus organismos. Esta afirmación no es equivocada, ya que hasta la pubertad la liberación de testosterona es poco importante, pero el desarrollo o ganancia de fuerza no sólo depende de la presencia de este tipo de hormonas (entre las que también se incluye la hormona de crecimiento), que gracias a un marcado carácter anabólico son responsables del crecimiento e hipertrofia muscular. Como se ha dicho anteriormente, el nivel de fuerza no sólo depende del tamaño muscular. Muchos estudios han revelado ganancias de fuerza en niños tras un período de entrenamiento sin

detectar un aumento del grosor de las fibras musculares implicadas en cada caso. Esto se debe a cambios de carácter intrínseco en las características contráctiles del músculo pero, sobre todo, a un incremento en los niveles de activación neuromuscular (Blimkie, 1993; Kanehisa y col., 1994, 1996; Reilly y Stratton, 1995). Ozmun (1992), administrando un entrenamiento de fuerza con pesas de 8 semanas de duración, comprobó aumentos en los niveles de fuerza acompañados de aumentos en la amplitud de los registros EMG en niños. En otro trabajo posterior, y tras la aplicación de un entrenamiento de fuerza de 8 semanas de duración, consiguió aumentar los niveles de fuerza y de registros de EMG en músculos del brazo de 16 niños sin aumentos en la circunferencia de dicha extremidad (Ozmun, Mikesky y Surburg, 1994). Estos resultados vienen a corroborar la implicación neuromuscular indicada por los anteriores autores.

Fases sensibles

Cuándo comenzar con el entrenamiento de fuerza es una cuestión que ha preocupado a muchos preparadores. Para darle respuesta es necesario hablar del concepto de fases sensibles. Dicho concepto proviene de la embriología, ámbito en el que se ha establecido que en el desarrollo embriológico de los organismos animales y vegetales hay períodos, cronológicamente limitados, en los cuales los sistemas celulares reaccionan con diferente sensibilidad a los estímulos ambientales (Baur, 1990). Así, se ha observado que el organismo del ser humano reacciona de forma distinta ante un mismo estímulo de entrenamiento (en este caso el trabajo de fuerza) en diferentes etapas de la vida. Las fases sensibles son, por tanto, aquellos períodos de vida en los que en el organismo se observa una especial sensibilidad, así como una rápida y abundante reacción ante ciertos estímulos de entrenamiento (Martín, 1997).

Parece evidente la existencia de una fase sensible alrededor de los 7 u 8 años de edad, en la que los estímulos de entrenamiento relacionados con la fuerza rápida y

fuerza resistencia pueden tener un importante efecto positivo en el niño (Borzi, 1986; Nadori, 1987; Hahn, 1988; Cerani, 1990). Por otra parte, la fuerza máxima no sería un estímulo adecuado en la fase prepuberal (9-12 años) (Martín, 1997), ya que, tal y como se ha mencionado anteriormente, los aumentos que se pueden observar en la misma serán debidos, fundamentalmente, al desarrollo de los procesos nerviosos de la fuerza.

Tipos de entrenamiento de fuerza y sus efectos

Otra de las cuestiones planteadas por multitud de formadores, preparadores o entrenadores es cómo entrenar la fuerza en niños, qué medios utilizar y qué cargas aplicar. Es evidente que tanto los tipos de entrenamiento como los medios y cargas serán diferentes a los que se aplican a los adultos, debido a las diferencias estructurales y fisiológicas mencionadas entre ambos.

Para conocer de forma detalla diferentes tipos de entrenamiento de fuerza que se realizan con niños (hasta el período correspondiente a la prepubertad), se describen a continuación algunos de los estudios más relevantes realizados en la última década al respecto.

Weltman y col. (1986) sometieron a niños de entre 6 y 11 años de edad a un entrenamiento de fuerza con una duración total de 14 semanas, en el que debían de completar 3 vueltas a un circuito compuesto de 10 estaciones, en las que ejercitaban los grupos musculares más grandes en máquinas con resistencia hidráulica. El tiempo de trabajo en cada estación era de 30 segundos, al igual que el tiempo de descanso. Estos autores registraron aumentos en fuerza (isocinética) de entre el 18 y el 37 % en los diferentes grupos musculares entrenados.

Sewall y Micheli (1986) administraron un entrenamiento de 9 semanas de duración con el fin de detectar aumentos en el nivel de fuerza de los extensores de las piernas, flexores y extensores del hombro de 8 niños y 2 niñas de edades comprendidas entre los 10 y 11 años. El entrenamiento esta-

	Ejercicios principales	Ejercicios secundarios
FASE 1	Series: 5 Reps.: 10; 3x10-12RM; 1 x Máx Carga (%1RM): 60; 3x70-75; 60	Series: 3 Reps.: 10; 2x10-12RM Carga (%1RM): 60; 2x70-75
FASE 2	Series: 5 Reps.: 10; 3x5-7RM; 1 x Máx Carga (%1RM): 60; 3x80-85; 75	Series: 3 Reps.: 10; 2x5-7RM Carga (%1RM): 60; 2x80-85

Tabla 1. Programa de entrenamiento (Ramsay y cols., 1990).

ba compuesto de 3 series de 10 repeticiones con una carga correspondiente al 50 % de 1RM (50 % de la carga máxima con la que fueron capaces de realizar 1 repetición). Tras el entrenamiento se obtuvieron mayores niveles de fuerza en todos los grupos musculares implicados, pero sólo se obtuvieron resultados significativos en la flexión de hombros. Este mismo entrenamiento fue aplicado por Pfeiffer y Francis (1986) obteniendo similares aumentos de fuerza en sujetos en edad prepuberal.

Ramsay y col. (1990) aplicaron un entrenamiento de fuerza de una duración de 20 semanas (3 sesiones por semana) en 13 niños con edades comprendidas entre los 9 y 11 años. Para este entrenamiento, dividido en 2 fases de 10 semanas, se empleó el método "circuit training" (Tabla 1). Tanto en la primera como en la segunda fase los niños realizaron 5 series, con una carga máxima del 70 - 75 % de 1RM en la primera fase y del 80 - 85 % de 1RM en la segunda, en ejercicios denominados como principales para este estudio como el curl de brazos y la extensión de piernas además de 3 series en ejercicios secundarios como el press de piernas, el press de banca y sentadillas. Una vez finalizado este período de entrenamiento, se registraron aumentos significativos del nivel de fuerza, en relación con un control realizado antes de entrenar esta cualidad, en el press de banca y el press de piernas sobre 1RM, en la flexión de brazos y extensión de piernas bajo regímenes de contracción isométrico e isocinético, respectivamente. Por otro lado, este entrenamiento no tuvo efectos significativos sobre la sección transversal de los músculos implicados, por lo que las ganancias de fuerza

fueron independientes a los pequeños cambios en esta sección transversal. Estos autores concluyeron que los aumentos en los niveles de fuerza en niños adquiridos a través de su entrenamiento son debidos a adaptaciones neurológicas y a una mejor coordinación intramuscular de los músculos entrenados.

Faigenbaum y col. (1993) utilizaron a 14 niños y niñas con una edad media de 10,8 años para determinar los efectos de un entrenamiento de fuerza de una duración total de 8 semanas. Los sujetos se ejercitaron dos veces por semana realizando 3 series de 10 a 15 repeticiones con cargas entre el 50 y el 100 % de 10RM en cinco ejercicios diferentes. Al compararlos con un grupo control, se obtuvieron diferencias significativas en cuanto al nivel de fuerza adquirido, aumento que el en grupo de entrenamiento fue del 74,3 %. En un trabajo al que ya se ha hecho referencia, Ozmun, Mikesky y Surburg (1994), observaron aumentos en el nivel de fuerza de 16 sujetos, 8 niños y 8 niñas, con una edad media de 10,3 años, tras un período de entrenamiento de 8 semanas (en este tiempo los sujetos, que entrenaron tres veces por semana, realizaron, en cada sesión, 3 series de 7 a 11 repeticiones de curl de bíceps con mancuernas). Estos aumentos fueron del 22,6 % en contracciones de carácter isotónico y del 27,8 % en contracciones de carácter isocinético.

Liu (1996) comprobó el efecto de un programa de body-building en 232 estudiantes de primaria y secundaria, con edades comprendidas entre los 7 y 17 años. El entrenamiento, que constaba de 12 sesiones distribuidas a lo largo de 23 días produjo un au-

mento de la fuerza generada por los músculos de los brazos, de la zona abdominal y lumbar en los sujetos más jóvenes.

Faigenbaum y col. (1997) estudiaron esta vez los efectos de un entrenamiento de fuerza de una duración total de 8 semanas, en las que los 15 niños que formaron la muestra se ejercitaron dos días en cada una de estas semanas. Se registraron los valores obtenidos tanto antes como después del período de entrenamiento en estos ejercicios: 6RM en extensión de piernas y 6RM en press de banca. Después del entrenamiento los sujetos aumentaron su nivel de fuerza en estos ejercicios en un 53,4 y 41,1 %, respectivamente.

Usando el meta-análisis para determinar el efecto del entrenamiento de fuerza en niños, Payne y col. (1997) llegaron a la conclusión que los métodos de entrenamiento con los que se consiguen mayores incrementos son aquellos en los que la contracción muscular es de carácter isotónica (por encima de los métodos que se basan en contracciones isométricas o isocinéticas). En otro meta-análisis, esta vez llevado a cabo por Falk y Tenenbaum (1996), se indica que de todos los estudios analizados, las ganancias en fuerza a través de un entrenamiento específico mantienen unos valores de entre el 13 y el 30 %.

Existe poca información acerca del uso de la electroestimulación como medio de entrenamiento de la fuerza en niños. Su uso se vincula más hacia la rehabilitación de lesiones o enfermedades musculares. Un ejemplo puede ser el estudio de Karmel-Ross, Cooperman y Van-Doren (1992). En él aplicaron la electroestimulación a 5 niños con espina bífida, sometiéndolos a sesiones de 30 minutos de duración durante 8 semanas en las que se incidió sobre los músculos de la cara anterior del muslo. Tres de estos niños experimentaron aumentos en la fuerza de los músculos extensores de la pierna.

A diferencia de los sistemáticos métodos de entrenamiento expresados en los anteriores trabajos, se han realizado estudios en los que, a través de actividades mucho más generales, como la simple actividad física o la práctica de un determinado deporte sin

incidir directamente sobre la fuerza, se han registrado aumentos en el nivel de fuerza de los niños evaluados. Un ejemplo claro es el estudio realizado por Katic (1995). En él, se comprobó el efecto de un programa de entrenamiento en atletismo (enmarcado en un curso escolar de EF) de una duración de 6 meses sobre diversos parámetros, entre ellos la fuerza explosiva (lanzamiento de balón), la fuerza isométrica y la fuerza resistencia (sentadillas). 178 niñas de 7 años de edad sirvieron como sujetos experimentales en este estudio, que dio como resultado un aumento en los niveles de fuerza explosiva y fuerza resistencia. En este sentido, el estudio de Violan y col. (1997) también deja claro que un entrenamiento de 6 semanas de duración en la práctica del karate aumenta los niveles de fuerza en niños. Así lo demostraron en 14 jóvenes aficionados a este deporte, que se entrenaron durante este período con una frecuencia de dos sesiones por semana.

No sólo la práctica regular de un deporte aumenta los niveles de fuerza en los niños que lo practican. Las clases escolares de educación física pueden incidir de forma positiva sobre este aspecto. Gribaudo y col. (1995) evaluaron a un total de 474 escolares (220 niñas y 254 niños), a los que se separó en dos grupos. El grupo experimental fue sometido a tres sesiones semanales de educación física, sesiones con una duración de 60 minutos. El grupo control sólo se ejercitó en estas clases con una frecuencia de 2 sesiones por semana. Transcurrido el período experimental, se observó que los alumnos con una mayor cantidad de práctica (3 veces por semana), fueron capaces de reclutar un número mayor de unidades motoras, siendo ésta la principal diferencia entre los dos grupos.

De todos los estudios mostrados anteriormente, se pueden desprender varios medios de entrenamiento (ejercicios, material, resistencias) empleados para el entrenamiento de fuerza en niños. Éstos son muy dispares: pesas libres, aparatos con resistencia hidráulica, máquinas isocinéticas, etc... Lo que sí parece claro es que los ejercicios que mantienen contracciones de carácter isotónico, con un elevado número

de repeticiones y cargas de baja intensidad es lo más conveniente y efectivo para los niños prepuberales (Rowald, 1990). Este tipo de entrenamiento está íntimamente relacionado con el desarrollo de la fuerza resistencia, que tal y como se ha mencionado antes, goza de una fase sensible en estas edades. Michaud (1994), al recoger las opiniones de varios cirujanos ortopédicos en relación a los medios de desarrollo de la fuerza en niños, observó que aquellos que estaban a favor del mismo apostaban por utilizar mancuernas, máquinas, el propio cuerpo (autocargas) y elásticos como los medios más útiles en el entrenamiento de la fuerza. Según Borzi (1986), en la edad prepuberal, la fuerza debe ser desarrollada con ejercicios que involucren a todo el sistema muscular de forma pareja. Pueden utilizarse juegos, acciones de otras disciplinas y ejercitaciones que desafíen la capacidad del niño. Este autor propone como características de este tipo de entrenamiento las siguientes: 10-15 segundos de duración del estímulo, empleo del propio peso como sobrecarga y pausas de más de 90 segundos. Esta propuesta también contempla una duración de las sesiones de 30- 50 minutos, con una frecuencia de 2 - 3 a la semana.

Otros efectos

En primer lugar es necesario indicar que todos aumentos de fuerza experimentados en niños como resultado de un período determinado de entrenamiento son, en términos relativos, igual a los de los jóvenes y adultos, pero inferior a los de éstos últimos cuando hablamos en términos absolutos (Blimkie, 1993).

Por otra parte, los efectos de un entrenamiento de fuerza destinado a los niños dependen del sexo (las diferencias se tratarán posteriormente), de la edad y nivel de maduración (Cerani, 1990) y del tipo de entrenamiento (frecuencia, duración o volumen e intensidad) (Falk y Tenenbaum, 1996; Payne y col., 1997). Estas afirmaciones están basadas en la disparidad de resultados obtenidos en los diferentes estudios realizados hasta el momento, que difieren bastante en sus diseños experimentales.

Pero, además, el entrenamiento de la fuerza en niños puede tener otros efectos, independientemente de los directos sobre esta cualidad. En el plano psicológico, un entrenamiento de 10 semanas de duración dio como resultados un aumento significativo en los niveles de fuerza de 17 niños y puntuaciones más altas en dos dimensiones relacionadas con el autoconcepto, como son la competencia y la valía (Greene e Ignico, 1995). Al contrario, Faigenbaum y col. (1997), después de un período de 8 semanas de entrenamiento de fuerza, no encontraron efectos significativos en las medidas de carácter psicológico que realizaron.

Los efectos sobre el desarrollo somático (altura y peso) de los niños expuestos a entrenamientos de fuerza a corto plazo parecen ser escasos, según indica Blimke (1993). Rians y col. (1987), afirman que un entrenamiento de fuerza con cargas de baja intensidad y un alto número de repeticiones no origina un riesgo sobre el crecimiento. A la inversa, podría pensarse que las ganancias de fuerza debidas al entrenamiento de esta cualidad podrían estar también relacionadas con este desarrollo somático. Otro estudio de Faigenbaum y col. (1996) da muestras de la incidencia del trabajo de fuerza en estas edades. Después de 8 semanas de entrenamiento con una frecuencia de 2 sesiones por semana, los niveles de fuerza experimentados en ejercicios como el press de banca y la expresión de piernas sobre 6RM aumentaron de forma significativa en 11 niños y 4 niñas de entre 7 y 12 años de edad. Sin embargo, a este período de entrenamiento le siguió otro, de duración similar, en el que estos sujetos no realizaron ningún tipo de entrenamiento. Al final de este período sin práctica se registraron en los sujetos disminuciones del nivel de fuerza adquirido del 19,3 y 28,1 % sobre 6RM en press de banca y extensión de piernas, respectivamente. Así después de un período sin entrenamiento el nivel de fuerza adquirido gracias a un trabajo previo tiende a volver a los valores iniciales.

En muchas ocasiones, el entrenamiento de fuerza ha estado relacionado con alteraciones o aumentos en la presión sanguínea, sobre todo cuando se habla de entrena-

miento isométrico. En niños se han detectado ligeros aumentos en la presión arterial en ejercicios con contracciones de este tipo (Strong y col., 1978 y Laird, Fixler y Huffines, 1979). Es por ello por lo que no se recomienda el entrenamiento de fuerza en niños con problemas crónicos de tipo circulatorio o cardíaco (Rowland, 1990).

Otros efectos del entrenamiento de fuerza en niños tienen que ver con los niveles de colesterol sanguíneo. Así se demostró en el estudio de Fripp y Hodgson (1987), en el que registraron aumentos en lipoproteínas de alta densidad (HDL) en 14 niños después de 9 semanas de entrenamiento de fuerza.

Por otra parte, la densidad mineral ósea puede aumentar con el entrenamiento de fuerza, factor clave para la prevención de una futura osteoporosis (Rowland, 1990). Conroy y col. (1993) observaron cómo levantadores de categoría junior poseían una mayor densidad mineral ósea en la espina lumbar (L2-L4) y la zona próxima al fémur al compararlos con el grupo control. Aunque todo parece indicar que el entrenamiento de fuerza mejora la densidad ósea, la falta de estudios en niños hace que esta afirmación se realice con cautela.

Por último hay que decir que otra dolencia que puede ser prevenida con el entrenamiento de fuerza es el dolor de espalda. Según Newcomer, Sinaki y Wollan (1997), la disminución de fuerza en la espalda se asocia con problemas o dolores en la zona baja de la espalda en la edad adulta. Al igual que en el caso anterior son necesarios más estudios que clarifiquen esta relación causa efecto y determinen concretamente la prevención de esta dolencia.

Relación del entrenamiento de fuerza con el desarrollo de otras cualidades y capacidades

El entrenamiento de fuerza puede incidir de forma indirecta sobre otras cualidades o capacidades, como pueden ser la velocidad, la resistencia y la flexibilidad.

La velocidad (de desplazamiento) no es entendida como una cualidad física en sí misma ya que depende de forma directa de la fuerza. De esta forma, y siguiendo a Newton, para una misma masa, a mayor fuerza, mayor aceleración y por tanto, mayor velocidad. Aunque esto parece obvio, el estudio de Hetzler y col. (1997) reveló unos resultados contradictorios. Después de un entrenamiento de fuerza de 12 semanas de duración (tres sesiones por semana), y a pesar de aumentar sus niveles de fuerza, el grupo control mostró diferencias significativas en lo que se refiere a la potencia anaeróbica y una carrera de velocidad sobre 40 yardas al compararlo con un el grupo experimental, formado por 30 niños atletas. De todas formas sería necesaria una mayor concreción en cuanto al tipo de entrenamiento realizado para poder evaluar estos resultados.

En cuanto a la resistencia (capacidad y potencia aeróbica y anaeróbica) hay evidencias de una mejora de esta cualidad a través del entrenamiento de fuerza, aunque dependiendo del tipo de entrenamiento se verá mejorada un tipo de resistencia u otro (resistencia aeróbica-anaeróbica). Cuando el entrenamiento consiste en movilizar cargas bajas en un gran número de repeticiones, pueden conseguirse notables aumentos del $VO_{2m\acute{a}x}$ (potencia aeróbica) en niños (Weltman, 1986). Este autor encontró aumentos del $VO_{2m\acute{a}x}$ de un 14 %, resultado similar al encontrado por Docherty, Wenger y Coolins (1987). Según Marsh y Ridge (1993), el $VO_{2m\acute{a}x}$ está muy estrechamente relacionado con varios indicadores de la resistencia cardiovascular, pero también puede ser relacionado con la fuerza dinámica y con la fuerza explosiva. Por otro lado estos autores indican que el $VO_{2m\acute{a}x}$ no se relaciona, al menos de forma significativa con la fuerza de carácter isométrica. Otro estudio en este sentido es el realizado por Pitetti y Fernhall (1997). Estos autores evaluaron la relación entre la capacidad aeróbica con la fuerza en las piernas de 29 niños y niñas con retraso mental moderado. Los resultados indicaron una relación positiva entre la capacidad aeróbica (VO_2) y la fuerza de las piernas expresada en relación al peso corporal.

En lo que se refiere a la flexibilidad hay que decir que los detractores del entrenamiento de fuerza en niños han apoyado la idea de que dicho entrenamiento puede perjudicar esta cualidad. Sewall y Micheli (1986) no encontraron disminución de los niveles de flexibilidad después de 9 semanas de entrenamiento de fuerza, aunque aconsejan los estiramientos antes y después de las sesiones de entrenamiento de esta cualidad. Faigenbaum y col. (1996) no encontraron incidencia alguna de un entrenamiento de fuerza de 8 semanas de duración sobre los niveles de flexibilidad de 15 niños y niñas, coincidiendo estos resultados con los de Fehlandt (1993). Todo parece indicar que períodos de entrenamiento de fuerza de 8 ó 10 semanas no alteran esta cualidad.

Diferencias sexuales

Tal y como se ha mencionado anteriormente, uno de los factores de los que depende la fuerza y su entrenamiento es el género. A nivel general, los niños desarrollan una mayor fuerza que las niñas (Rowald, 1990). Esta afirmación es corroborada por Docherty y Gaul (1991), que al evaluar los niveles de fuerza en 52 niños y niñas (con una media de edad de 10,8 años) registraron mayores índices de fuerza, relacionada con la masa corporal, en los niños que en las niñas. Los mismos resultados fueron encontrados por Raudsepp y Paasuke (1995), esta vez con niños y niñas de 8 años. Sin embargo, los niveles de fuerza adquiridos a través del entrenamiento en estas edades es similar para niños y niñas (Falk y Tenenbaum, 1996).

Evaluación de la fuerza en niños

La precisión en la evaluación de la fuerza en niños es un tanto difícil, debido, entre otras razones, a que la instrumentación es limitada y es necesario diferenciar entre fuerza absoluta y relativa (Horvat, McManis y Seagraves, 1992). Para la evaluación de las diferentes cualidades y capacidades físicas en

los niños, entre ellas la fuerza, se han estado utilizando test estandarizados como la batería Eurofit, la batería AAPHERD, y el Nico-las Manual Muscle Tester. Sobre este último test hay que decir que parece un instrumento óptimo para determinar la fuerza máxima isométrica en niños (Dawson, 1992; Hill y col., 1996).

A nivel general, la fuerza muscular, o más concretamente, la tensión máxima generada por un músculo (o varios grupos de músculos), se mide general utilizando uno de los siguientes métodos: saltos verticales, tensiometría, dinamometría, una repetición máxima (1RM) y métodos computerizados (mediciones isocinéticas, electromecánicas, etc...) (McArdle, Katch y Katch, 1990).

García (1992) utilizó un dinamómetro manual con el fin de determinar la fuerza de agarre o prensión de 125 niños y niñas (atletas y no atletas) y crear una base de datos a posteriores evaluaciones normativas. Después del análisis estadístico, este autor llegó a la conclusión de que este tipo de dinamómetros es una herramienta útil para la medición de la fuerza de prensión en niñas. El mismo aparato fue utilizado por Svehla (1992), con el fin de establecer, también, perfiles de fuerza de prensión en niños y niñas de 9, 10 y 11 años con miras a futuras evaluaciones normativas.

Pate y col. (1993) comprobaron la validez de cinco test de campo destinados a evaluar la fuerza absoluta y resistencia muscular del tren superior (levantamientos por encima de la cabeza, press de banca y flexiones de brazos en barra) en niños de 9 y 10 años de edad, realizando diferentes protocolos para cada una de estas expresiones de la fuerza. Estos autores llegaron a la conclusión de que estos ejercicios o test son de poca utilidad en la evaluación de la fuerza absoluta y la resistencia muscular, aunque presentan si son válidos en la evaluación de la fuerza cuando se relaciona con el peso corporal de los sujetos.

En cuanto a los registros isocinéticos de la fuerza, cabe destacar el trabajo de Hill y col. (1996), quienes tras evaluar a 25 niños y niñas, obtuvieron como resultados una fuerte interacción entre la fuerza desarrollada por un grupo muscular del tren inferior y la

velocidad angular del movimiento segmentario que produce esta contracción, detectando mayores valores de la fuerza a velocidades angulares más bajas. Estos valores de fuerza fueron superiores, a su vez, para los grupos musculares extensores.

Todo parece indicar que la aplicación de nuevas tecnologías a la evaluación de la fuerza en niños se presenta como un campo todavía por desarrollar.

Riesgos del entrenamiento de fuerza en niños

Además de los efectos que algunos tipos de entrenamiento de la fuerza tienen sobre la presión sanguínea, existen, según varios autores, algunas posibilidades de ocasionar alguna lesión estructural con su práctica. Para Rowald (1990) estas posibilidades se centran en roturas del platillo de crecimiento de la muñeca, esguinces y torceduras, y dolores musculares en hombros, zona baja de la espalda y rodilla. Para Mazur, Yetman y Risser (1993) el entrenamiento desmesurado con pesas en niños puede provocar fracturas, dislocaciones, espondilolisis, hernias de discos intervertebrales y lesiones en los meniscos de las rodillas. Este tipo de lesiones suelen ocurrir cuando el entrenamiento de fuerza no está debidamente planificado y supervisado, movilizándose cargas excesivas por encima de la cabeza. Fleck y Kraemer (1987) aportan una serie de recomendaciones en este sentido:

- El entrenamiento ha de ser correctamente planificado (atendiendo a los objetivos y características del joven deportista) y supervisado.
- Los entrenamientos con cargas máximas no deberían llevarse a cabo hasta, al menos, los 16 ó 17 años de edad.
- Los niños deberían ejercitarse con pesas o cargas que puedan levantar en más de 7 ó 10 repeticiones.
- A las anteriores indicaciones hay que añadir el desarrollo de una buena técnica en la ejecución de los ejercicios con pesas (Cerani, 1990; Mazur, Yetman y Risser, 1993)

Aunque el tipo de lesiones recogidas en la documentación revisada puede atemorizar a quienes estén dispuestos a aplicar un entrenamiento de fuerza en niños, hay que decir que de todos los estudios revisados al efecto, en ninguno se ha indicado ningún caso de lesión. La responsabilidad del preparador y del niño son, por tanto, los factores más importantes en cuanto a la seguridad de este tipo de entrenamiento se refiere.

Conclusiones

A partir de la información recogida en la presente revisión documental, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Dando respuesta a la controversia existente en relación a la viabilidad o no del entrenamiento de fuerza en niños se puede decir que este tipo de programas puede producir aumentos significativos en la fuerza muscular, debido, sobre todo, a un incremento en los niveles de activación neuromuscular de los grupos musculares entrenados. Este aumento de fuerza es mucho más notable, al compararlo al que puede experimentar un adulto si se expresa en términos relativos.
- Una edad idónea para el comienzo del desarrollo de la fuerza es la de los 7 u 8 años, ya que los estímulos de entrenamiento relacionados con la fuerza rápida y fuerza resistencia pueden tener un importante efecto positivo en el niño.
- Un alto número de repeticiones con cargas muy bajas (sobre el 50 % 1ORM) parece lo más idóneo para los niños en edad prepuberal, aunque también se han conseguido aumentos de los niveles de fuerza con cargas superiores (70-80 % 1RM) y menor número de repeticiones. Los descansos entre esfuerzos deben ser amplios. Además, el tipo de contracción más indicada para este entrenamiento es la isotónica. En cuanto a los medios a utilizar, son indicados: el propio peso del niño, las pesas libres o mancuernas, los balones lastrados y los tensores o gomas elásticas, aunque no se descartan las máquinas con resistencias hidráulicas o las isocinéticas.
- Aunque la educación física escolar y otro tipo de prácticas deportivas pueden aumentar los niveles de fuerza en el niño, un entrenamiento sistemático de fuerza, dos veces por semana, durante ocho semanas parece suficiente para inducir aumentos significativos en la fuerza de los niños. Estos aumentos son independientes del desarrollo somático que se produce a estas edades, ya que una vez que se deja de entrenar esta cualidad los niveles adquiridos tienden a volver a los iniciales, es decir, a los que se poseía antes de comenzar el entrenamiento de fuerza.
- Los efectos de este tipo de entrenamiento están determinados por la edad, el nivel de maduración y el sexo. Estos efectos están relacionados también con aumentos en la presión sanguínea (entrenamiento isométrico), con los niveles de colesterol sanguíneo, con la densidad mineral ósea y con la prevención del dolor en la zona baja de la espalda.
- El entrenamiento de fuerza puede incidir de forma positiva en el desarrollo de otras cualidades o capacidades, tales como la velocidad y la resistencia (capacidad aeróbica, VO_{2max}). En cuanto a la flexibilidad no parece que existan efectos negativos, aunque se recomienda su práctica antes y después del entrenamiento de fuerza.
- A nivel general, los niños desarrollan una mayor fuerza que las niñas, aunque los niveles de fuerza adquiridos a través del entrenamiento en edad prepuberal es similar para niños y niñas.
- Aunque no hay que descartar ciertos riesgos relacionados con el entrenamiento de fuerza en niños, parece que una buena planificación y supervisión del entrenamiento a estas edades los reduce al mínimo.

Bibliografía

ASAI, H. y AOKI, J. (1996), "Force development of dynamic and static contractions in children and

- adults". *Int. J. Sports Med*, n.º 17 (3), pp. 170-174.
- BAUR, J. (1990), "Entrenamiento y fases sensibles". *Stadium* n.º 142, pp. 7-12.
- BLIMKIE, C. J. (1993), "Resistance training during preadolescence. Issues and controversies". *Sports Medicine*, n.º 5 (6), pp. 389-407.
- BORZI, C. A. (1986), "Entrenamiento de la fuerza para niños y jóvenes". *Stadium* n.º 115, pp. 16-21.
- CERANI, J. (1990), "El entrenamiento de las cualidades físicas en los niños. Fuerza". *Stadium* n.º 143, pp. 14-17.
- CONROY, B. P.; KRAEMER, W. J.; MARESH, C. M.; FLECK, S. J.; STONE, M. H.; FRY, A. C.; MILLER, P. D. y DALSKY, G. F. (1993), "Bone mineral density in elite junior Olympic weightlifters". *Med. Sci. Sport Exer*, n.º 25 (10), pp. 1103-1109.
- DAWSON, C.; CROCE, R.; QUINN, T. y VROMAN, N. (1992), "Reliability of the Nicholas Manual Muscle Tester on upper body strength in children ages 8-10". *Pediatric Exercise Science*, n.º 4 (4), pp. 340-350.
- DOCHERTY, D.; WENGER, H. A. y COLLINS, M. L. (1987), "The effects of resistance training on aerobic and anaerobic power of young boys". *Med. Sci. Sports Exer*, n.º 19, pp. 389-392.
- DOCHERTY, D. y GAUL, C. A. (1991), "Relationship of body size, physique and composition to physical performance in young boys and girls". *Int. J. Sports Med*, n.º 12 (6), pp. 525-532.
- FAIGENBAUM, A. D.; ZAICHKOWSKY, L. D.; WESTCOTT, W. L.; MICHELI, L. J. y FEHLANDT, A. F. (1993), "The effects of a twice-a-week strength training program on children". *Pediatric Exercise Science*, n.º 5 (4): 339-346.
- FAIGENBAUM, A. D.; WESTCOTT, W. L.; MICHELI, L. J.; OUTERBRIDGE, A. R.; LONG, C. J.; LAROSA-LOUD, R. y ZAICHKOWSKY, L. D. (1996), "The effects of strength training and detraining on children". *Journal of Strength and Conditioning Research*, n.º 10 (2), pp. 109-114.
- FAIGENBAUM, A. D.; ZAICHKOWSKY, L. D.; WESTCOTT, W. L.; LONG, C. J.; LAROSA-LOUD, R.; MICHELI, L. J. y OUTERBRIDGE, A. R. (1997), "Psychological effects of strength training on children". *Journal of Sport Behaviour*, n.º 20 (2), pp. 164-175.
- FALK, B. y TENENBAUM, G. (1996), "The effectiveness of resistance training in children: a meta-analysis". *Sports Medicine*, n.º 22 (3), pp. 176-186.
- GARCÍA, R. (1992), *A comparison of grip strength in young athletes and non-athletes*. Tesis Doctoral. College of Human Deve-

- lopment and Performance. University of Oregon.
- GOLDSPIK, G. (1992), "Cellular and molecular aspects of adaptation in skeletal muscle". En *Strenght and power in sport*. KOMI, P., Londres: Blackwell Scientific Publication.
- GÓMEZ-CARRAMIÑANA, M. A. (1996), "Bases fisiológicas para mejorar la fuerza y su aplicación al trabajo pliométrico". *Revista de Entrenamiento Deportivo*, n.º 10 (4), pp. 11-17.
- GREENE, J. C. y IGNICO, A. A. (1995), "The effect of a ten week physical fitness program on fitness profiles, self-concept and body-esteem in children". *Journal of International Council for Health, Physical Education, Recreation, Sport and Dance*, n.º 31 (4), pp. 42-47.
- GRIBAUDO, C. G.; GANZIT, G. P.; FILIPPA, M. y STRADELLA, M. (1995), "Effetti dell'attività fisica sullo sviluppo funzionale di maschi e femmine dagli 8 ai 10 anni". *Medicina dello Sport*, n.º 48 (4), pp. 455-468.
- HAHN, E. (1988), *Entrenamiento con niños*. Barcelona: Martínez Roca.
- HETZLER, R. K.; DERENNE, C.; BUXTON, B. P.; HO, K. W.; CHAI, D. X. y SEICHI, G. (1997), "Effects of 12 weeks of strenght training on anaerobic power in prepubescent male athletes". *Journal of Strenght and Conditioning Research*, n.º 11 (3), pp. 174-181.
- HILL, C.; CROCE, R.; MILLER, J. y CLELAND, F. (1996), "Muscle torque relationships between hand held dynamometry and isokinetic measurements in children ages 9-11". *Journal of Strenght and Conditioning Research*, n.º 10 (2), pp. 77-82.
- HORVAT, M.; MCMANIS, B. G. y SEAGRAVES, F. E. (1992), "Reliability and objectivity of the Nicholas Manual Muscle Tester with children". *Isokinetics and Exercise Science*, n.º 2 (4), pp. 175-181.
- KANEHISA, H.; IKEGAWA, S.; TSUNODA, N. y FUKUNAGA, T. (1994), "Strenght and cross-sectional area of knee extensor muscles in children". *Eur. J. Appl. Physiol*, n.º 68 (5), pp. 402-405.
- KANEHISA, H.; IKEGAWA, S.; TSUNODA, N. y FUKUNAGA, T. (1996), "Strenght and cross-sectional area of reciprocal muscle groups in the upper arm and thigh during adolescence". *Int. J. Sports Med*, n.º 16 (1), pp. 54-60.
- KARMEL-ROSS, K.; COOPERMAN, D. R. y VAN-DOREN, C. L. (1992), "The effect of electrical stimulation on quadriceps femoris muscle torque in children with spina bifida". *Physical Therapy*, n.º 72 (10), pp. 723-730.
- KATIC, R. (1995), "Motor efficacy of athletic training applied to seven year-old schoolgirls in teaching physical education". *Biology of Sport*, n.º 12 (4), pp. 251-256.
- LAIRD, W. P.; FIXLER, D. E. y HUFFINES, F. D. (1979), "Cardiovascular response to isometric exercise in normal adolescents". *Circulation*, n.º 59: 651-654.
- LIU, R. (1996), "Effects of body-building exercise on the improvement of physical fitness and body composition". *Sports Science*, n.º 16 (2), 43-47.
- MARSH, H. y RIDGE, B. (1993), "The construct validity and generalisability of $\dot{V}O_{2max}$ for boys and girls aged 9-15". *Australian Journal of Science Medicine in Sport*, n.º 25 (3), pp. 73-79.
- MARTÍN, N. (1997), "Entrenamiento y fases sensibles en niños y adolescentes". *II Jornadas sobre medicina y ciencias del deporte*. Málaga: IAD.
- MAZUR, L. J.; YETMAN, R. J.; RISSE, W. L. (1993), "Weight-training injuries: common injuries and methods". *Sports Medicine*, n.º 16 (1), pp. 57-63.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I. y KATCH, V. L. (1990), *Fisiología del ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid: Alianza Editorial.
- MICHAUD, F. (1994), *Perceived benefits of strenght training for youth participants as determined by orthopedic surgeons*. Tesis Doctoral. Institute for Sport and Human Performance. Oregon: Universidad de Oregon.
- NADORI, L. (1987), "El tiempo de construir". *Revista de Entrenamiento Deportivo*, n.º 1 (3), pp. 24-29.
- NEWCOMER, K.; SINAKI, M. y WOLLAN, F. C. (1997), "Physical activity and four-year development of back strenght in children". *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, n.º 76 (1), pp. 52-58.
- OZMUN, J. C. (1992), *Neuromuscular and kinesthetic adaptations following strenght training of visually impaired and non-visually impaired children*. Tesis Doctoral. College of Human Development and Performance. University of Oregon.
- OZMUN, J. C.; MIKESKY, A. E. y SURBURG, P. R. (1994), "Neuromuscular adaptations following prepubescent strenght training". *Med. Sci. Sports Exer*, n.º 26 (4), pp. 510-514.
- PATE, R. R.; BRUGESS, M. L.; WOODS, J. A.; ROSS, J. G. y BAUMGARTHER, T. (1993), "Validity of field test of upper body muscular strenght". *Research Quarterly for Exercise and Sport*, n.º 64 (1), pp. 17-24.
- PAYNE, V. G.; MORROW, J. R.; JOHNSON, L. y DALTON, S. N. (1997), "Resistance training in children and youth: a meta-analysis". *Research Quarterly for Exercise and Sport*, n.º 68 (1), pp. 80-88.
- PITETTI, K. H. y FERNHALL, B. (1997), "Aerobic capacity as related to leg strenght in youths with mental retardation". *Pediatric Exercise Science*, n.º 9 (3), pp. 223-236.
- RAMSAY, J. A.; BLIMKIE, C. J. R.; SMITH, K.; GARNER, S.; MACDOUGALL, J. D. y SALE, D. G. (1990), "Strenght training effects in prepubescent boys". *Med. Sci. Sports Exer*, n.º 22 (5), pp. 605-614.
- RAUDSEPP, L. y PAASUKE, M. (1995), "Gender differences in fundamental movement patterns, motor performances and strenght measurements of prepuberal children". *Pediatric Exercise Science*, n.º 7 (3), pp. 294-304.
- REILLY, T. y STRATTON, G. (1995), "Children and adolescents in sport: physiological considerations". *Sports Exercise and Injury*, n.º 1 (4), pp. 207-213.
- RIANS, C. B.; WELTMAN, A.; CAHILL, B. R.; JANNEY, C. A.; TIPPETT, S. R. y KATCH, F. I. (1987), "Strenght training for prepubescent males: Is it safe?" *Am. J. Sports Med*, n.º 15, pp. 483-489.
- ROWALD, T. W. (1990), *Exercise and children's health*. Human Kinetics. Illinois: Champaign.
- SEWALL, L. y MICHELLI, L. S. (1986), "Strenght training for children". *Journal of Pediatric Orthopedics*, n.º 6, pp. 143-146.
- STRONG, W. B., MILLER, M. D.; STRIPLIN, M. y SALEHBRAI, M. (1978), "Blood pressure response to isometric and dynamic exercise in healthy black children". *American Journal of Diseases of Children*, n.º 132, pp. 587-591.
- SVEHLA, B. G. (1992), *Grip strenght profiles of elementary aged males and females*. Tesis Doctoral. College of Human Development and Performance. University of Oregon.
- VIOLAN, M. A.; SMALL, E. W.; ZETARUK, M. N. y MICHELLI, L. J. (1997), "The effect of karate training on flexibility, muscle strenght and balance in 8 to 13 year old boys". *Pediatric Exercise Science*, n.º 9 (1), pp. 55-64.
- WELTMAN, A.; JANNEY, C.; RIANS, C. B.; STRAND, K.; BERG, B.; TIPPITT, S.; WISE, J.; CAHILL, B. R. y KATCH, F. I. (1986), "The effects of hydraulic resistance strenght training in pre-puberal males". *Med. Sci. Sports Exer*, n.º 18, pp. 629-638.