

Research

# Evaluación de la Fuerza Máxima en Niños Sanos

## Maximal Strength Testing in Healthy Children

Avery D Faigenbaum<sup>1</sup>, Wayne L Westcott<sup>2</sup> y Laurie A Milliken<sup>1</sup><sup>1</sup>Department of Exercise Science and Physical Education, University of Massachusetts, Boston, Massachusetts 02125.<sup>2</sup>South Shore YMCA, Quincy, Massachusetts 02169.

### RESUMEN

El entrenamiento de la fuerza se ha convertido en un método aceptado de acondicionamiento en los niños. Sin embargo, hay opiniones de algunos observadores acerca de que la evaluación de la fuerza máxima puede ser inapropiada o potencialmente dañina para los niños. El propósito de este estudio fue evaluar la seguridad y la efectividad de la evaluación de la fuerza de 1 repetición máxima (1 RM) en niños sanos. 32 niñas y 64 niños de entre 6.2 y 12.3 años (edad media  $9.3 \pm 1.6$  años) se ofrecieron para participar en este estudio. Todos los sujetos fueron evaluados en cuanto a ciertas condiciones médicas, que se pudieran empeorar durante el transcurso de la evaluación de la fuerza máxima. Bajo una cuidadosa supervisión por parte de profesionales calificados, cada sujeto realizó un test de 1 RM en un ejercicio del tren superior (press de banca parado o sentado) y en un ejercicio del tren inferior (prensa de piernas o extensión de piernas) usando una máquina de entrenamiento de pesas para niños. No ocurrió ninguna lesión durante el estudio. No fue encontrada ninguna diferencia relacionada al sexo, para las evaluaciones del tren superior o inferior. Estos hallazgos demuestran que los niños sanos pueden realizar de manera segura evaluaciones de fuerza de 1 RM, siempre que sean seguidos procedimientos apropiados.

**Palabras Clave:** entrenamiento de resistencia, entrenamiento de fuerza, repeticiones máximas, preadolescentes

### ABSTRACT

Strength training has become an accepted method of conditioning in children. However, there is concern among some observers that maximal strength testing may be inappropriate or potentially injurious to children. The purpose of this study was to evaluate the safety and efficacy of 1 repetition maximum (1RM) strength testing in healthy children. Thirty-two girls and 64 boys between 6.2 and 12.3 years of age (mean age  $9.3 \pm 1.6$  years) volunteered to participate in this study. All subjects were screened for medical conditions that could worsen during maximal strength testing. Under close supervision by qualified professionals, each subject performed a 1RM test on 1 upper-body (standing chest press or seated chest press) and 1 lower-body (leg press or leg extension) exercise using child-size weight training machines. No injuries occurred during the study period, and the testing protocol was well tolerated by the subjects. No gender differences were found for any upper- or lower-body strength test. These findings demonstrate that healthy children can safely perform 1RM strength tests, provided that appropriate procedures are followed.

**Keywords:** resistance training, strength training, maximum repetitions, tweens

# INTRODUCCIÓN

---

Durante la última década, ha sido probado que el entrenamiento de la fuerza en un método de acondicionamiento seguro y efectivo en los niños. Los reportes indican que la participación regular en programas de entrenamiento de la fuerza para jóvenes puede incrementar la fuerza muscular y la resistencia muscular local (23), incrementar la densidad mineral ósea (20), mejorar la composición corporal (30), y reducir el riesgo de lesiones en los deportes y las actividades recreacionales (28). Un número creciente de niños y niñas parece estar participando en actividades relacionadas al entrenamiento de la fuerza en clases de educación física y después de los programas de las escuelas, y la aceptación calificada del entrenamiento de la fuerza para jóvenes se está volviendo universal para las organizaciones médicas y de aptitud física (1-3, 9). Las recomendaciones actuales para el entrenamiento de fuerza incluyen la realización de 1 a 3 series de 6-15 repeticiones en una variedad de ejercicios uni y multi-articulares (9). Sin embargo, la evaluación de la fuerza máxima en los niños permanece en discusión (7, 17). Algunos observadores creen que la evaluación de 1 repetición máxima (1 RM) (la máxima cantidad de peso que puede ser levantada una vez, a través del recorrido de movimiento completo del sujeto) es inapropiada para los niños, y otros creen que este método de evaluación puede causar daños estructurales al sistema músculo-esquelético en desarrollo de los jóvenes entrenados en fuerza (18, 29). Unos pocos reportes de caso retrospectivos han señalado daños en las epífisis, o en los cartílagos de crecimiento, de adolescentes que fueron entrenados en fuerza con cargas altas (6, 14, 15). Sin embargo, la mayoría de estas lesiones fueron debido a una técnica de levantamiento no apropiada o a la falta de supervisión calificada.

No han sido reportadas fracturas en los platos de crecimiento, en ningún reporte de entrenamiento de la fuerza, en jóvenes que hayan realizado evaluaciones de la fuerza máxima (e.g., métodos de evaluación de 1 RM en los ejercicios de prensa de piernas, press de banca, o curl de brazos). Todavía algunos entrenadores, maestros, y médicos continúan sugiriendo que los niños deberían evitar los entrenamientos de altas cargas o intentos máximos aislados (1, 5, 18). Las posturas asociadas con la evaluación de la fuerza en niños fueron demostradas en una encuesta recientemente realizada por Internet, de la Asociación Nacional de Fuerza y Acondicionamiento (NSCA), la cual encontró que 2043 de 2311 encuestados (88 %) creían que la evaluación de 1 RM era inapropiada para los niños (21). Este punto necesita estudio y evaluación, debido a que a las fuerzas a las que los niños están expuestos en los deportes y las actividades recreacionales son probablemente mayores en ambos, tiempo de exposición y magnitud, en comparación a las fuerzas que son sometidos durante la evaluación de la fuerza, competentemente supervisada y apropiadamente realizada.

A diferencia de las evaluaciones de grado máximo (25), ningún estudio prospectivo ha evaluado la seguridad y efectividad de la evaluación de la fuerza máxima en niños de menos de 13 años de edad. Aunque estudios anteriores han explorado la seguridad de la evaluación de la fuerza máxima en pacientes cardíacos (10), sujetos con enfermedades pulmonares (16), adultos sanos (13), y sujetos ancianos (27), información más específica sobre la evaluación de 1 RM en niños sería útil para los profesores de educación física, entrenadores juveniles, y médicos. De este modo, el propósito de este estudio fue evaluar la seguridad de la evaluación de 1 RM en niños y evaluar su aplicación práctica como una herramienta de evaluación en este grupo poblacional. Fueron usadas máquinas (con lingotes) debido a que los sujetos no tenían experiencia previa en entrenamiento de la fuerza y debido a que los ejercicios con máquinas son más fáciles de realizar que los ejercicios con pesos libres. Es este estudio, nosotros hipotetizamos que la evaluación de 1 RM en niños podría ser un procedimiento seguro y útil, a condición de que las evaluaciones ocurran bajo condiciones controladas y bajo una supervisión por parte de profesionales calificados.

## MÉTODOS

---

### Acercamiento Experimental al Problema

En este estudio, nosotros establecimos la seguridad y efectividad de la evaluación de 1 RM en niños sanos. Un grupo de niños en los cuales se evaluó cualquier condición médica u ortopédica que pudiera limitar su participación, realizó una evaluación de fuerza máxima para el tren inferior y otra para el tren superior bajo una cuidadosa supervisión. Este diseño nos permitió evaluar individualmente el rendimiento en 1 RM y nos permitió monitorizar la respuesta de cada sujeto al protocolo de evaluación.

### Sujetos

64 niños y 32 niñas de entre 6.2 y 12.3 años de edad (edad media  $9.3 \pm 1.6$  años) se ofrecieron para participar en este estudio. Los sujetos fueron reclutados de un centro de aptitud física de la comunidad. Ningún sujeto tenía experiencia

previa en entrenamiento de la fuerza o en evaluaciones de fuerza. Tanto los niños como los padres fueron informados acerca de los objetivos y el campo de aplicación de este proyecto y completaron un cuestionario de una hoja de extensión sobre la actividad física e historia de salud de los sujetos del estudio. Los métodos y procedimientos usados en este estudio fueron aprobados por la Junta de Revisión Institucional para el uso de sujetos humanos de la Universidad de Massachussets, Boston, y todos los padres y los niños proveyeron por escrito un informe de consentimiento antes de la participación en el estudio. Los criterios de exclusión usados fueron: (a) niños con una enfermedad pediátrica crónica, (b) niños con una limitación ortopédica, y (c) niños de más de 13 años de edad. Un niño que tenía una complicación ortopédica en una extremidad del tren inferior preexistente no realizó el test de 1 RM para el tren inferior, pero realizó el test para el tren superior. Todos los voluntarios fueron aceptados para participar en el estudio. Las características descriptivas de los sujetos clasificadas por sexo son presentadas en al Tabla 1.

## **Procedimientos de las Evaluaciones**

Todos los sujetos participaron en una sesión de entrenamiento introductoria antes de los procedimientos de evaluación. Durante este tiempo, se les enseñó la técnica apropiada (i.e., movimientos controlados y respiración apropiada) en cada ejercicio, y fue respondida cualquier pregunta que tuvieran los sujetos. Todas las evaluaciones fueron precedidas por una sesión de calentamiento de aproximadamente 10 minutos, compuesta por ejercicios aeróbicos de baja a moderada intensidad junto con estiramientos. Todas las mediciones de evaluación fueron realizadas por los mismos evaluadores y en la misma posición usando equipos de resistencia externa dinámica y constante especiales para niños (prensa de piernas, y press de banca sentado, Fit Systems, Inc., Sugar Land, TX; extensión de piernas y press de banca parado, Schnell Equipment, Peutenhausen, Germany). Las máquinas con carga son lingotes usadas en este estudio son similares en diseño a las máquinas tradicionales para adultos; sin embargo, las mismas están adaptadas para corresponder con la menor estructura corporal de un niño. Este tipo de equipo de entrenamiento de la fuerza es actualmente usado en algunas clases de educación física y programas recreacionales. Luego de los procedimientos de evaluación, los sujetos realizaron aproximadamente 5 minutos de ejercicios de estiramiento.

## **Evaluaciones de Fuerza**

La fuerza en 1 RM de cada sujeto fue determinada en un ejercicio del tren superior y el tren inferior dependiendo de la disponibilidad del equipo en el centro de evaluaciones en la fecha de evaluación. Los sujetos realizaron una RM en los ejercicios de press de banca parado ( $n = 41$ ) y extensión de piernas ( $n = 41$ ) o en los ejercicios de press de banca sentado ( $n = 55$ ) y prensa de piernas ( $n = 54$ ). La RM fue registrada como la resistencia máxima que pudo ser levantada por todo el recorrido de movimiento (el cual fue determinado sin oposición de ninguna carga) usando una técnica correcta. Antes de intentar una RM, los sujetos realizaban 6 repeticiones con una carga relativamente baja, luego 3 repeticiones con una carga más pesada, y finalmente una serie de repeticiones aisladas con cargas incrementales. Si el peso era levantado con la técnica apropiada, el mismo era incrementado en aproximadamente 0,5-2,3 kg, y los sujetos intentaban realizar otra repetición. Los incrementos en el peso dependían del esfuerzo requerido para el levantamiento, y se volvía progresivamente menor a medida que el sujeto se acercaba a su RM. En promedio, las mediciones de 1 RM para el tren superior e inferior fueron determinadas dentro de 7 a 11 intentos, respectivamente. El fallo fue definido como un levantamiento que no haya completado el recorrido de movimiento completo en un mínimo de 2 intentos separados por al menos 2 minutos.

En todos los procedimientos de evaluación, un especialista en fuerza y acondicionamiento, certificado por la NSCA, supervisó las evaluaciones, y fue mantenido un índice instructor a sujeto de 1:1. Cada evaluador tenía experiencia previa en el trabajo con niños y niñas en la sala de entrenamiento y entendía las características y necesidades físicas y psicológicas de los niños. La comunicación entre el sujeto y el evaluador fue positiva, y fueron realizadas preguntas como: ¿Cómo te sientes?, ¿Es la carga liviana, moderada o pesada?, ¿Puedes levantar más?, para ayudar en la progresión de los intentos de 1 RM. Los evaluadores alentaban a los niños y las niñas para que intentaran dar lo mejor de si mismos y le recordaban regularmente a todos los sujetos mantener una técnica apropiada.

Todas las evaluaciones se llevaron a cabo después de la escuela o en fin de semanas en el centro de aptitud física juvenil YMCA, los sujetos realizaron ambas evaluaciones de fuerza el mismo día. Fue permitido que estuvieran un máximo de 4 niños en el centro de aptitud física durante las sesiones de evaluación, las cuales llevaron aproximadamente 60 minutos para ser completadas. Fue ofrecido un aliento verbal uniforme para todos los sujetos, y el orden de evaluación fue aleatorio. Aproximadamente 2-4 días después de las evaluaciones de fuerza, los sujetos retornaron al centro de evaluación y los evaluadores (fisiólogos del ejercicio de nivel doctoral) los entrevistaron individualmente y les preguntaron acerca de la aparición de una lesión o de quejas por dolor muscular. Para este estudio, el dolor muscular fue considerado severo si un sujeto tuviera que alterar o detener su participación en cualquier actividad física.

	Niñas (n = 32)	Niños (n = 64)	p
<b>Edad (años)</b>	9.7 ± 1.7	9.0 ± 1.6	0.06
<b>Talla (cm)</b>	140.9 ± 11.6	135.7 ± 9.8	0.02
<b>Peso (kg)</b>	40.8 ± 13.1	37.1 ± 10.6	0.14

**Tabla 1.** Datos descriptivos por sexo\*.

\*Los valores están expresados como medias ± DS.

## Análisis Estadísticos

Fueron usados tests t desapareados para comparar las diferencias por sexo en las variables descriptivas y los resultados de 1 RM. La significancia estadística fue establecida a una  $p \leq 0.05$  y los análisis fueron conducidos usando el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (SPSS, Inc., Chicago, IL). Todos los valores son presentados como medias ± DS.

## RESULTADOS

Todos los sujetos completaron el protocolo de evaluación de acuerdo a la metodología anteriormente mencionada. No hubo diferencias significativas en la edad o el peso entre los niños y las niñas, pero las niñas eran significativamente más altas que los niños (Tabla 1). No ocurrió ninguna lesión a través de todo el estudio, y los procedimientos de evaluación fueron bien tolerados por los sujetos. No fue reportada ninguna queja por dolor muscular severo entre los niños y las niñas en los tests de 1 RM para el tren superior e inferior. Los datos de 1 RM para los ejercicios de prensa de piernas, extensión de piernas, press de banca parado y press de banca sentado son presentados por sexo en la Tabla 2. En este estudio, el 56 % de los sujetos participaba regularmente (un mínimo de 2 veces por semana) en programas deportivos organizados (principalmente fútbol y natación).

	Niñas	Niños
<b>Prensa de Piernas (kg)</b>	60.2 ± 19.8	59.2 ± 19.3
<b>Extensión de Piernas (kg)</b>	19.3 ± 7.3	17.8 ± 7.9
<b>Press de Banca Parado (kg)</b>	24.0 ± 5.7	24.6 ± 7.7
<b>Press de Banca Sentado (kg)</b>	22.0 ± 6.5	20.5 ± 5.9

**Tabla 2.** Resultados de una repetición máxima por sexo\*.

\*Los valores están expresados como medias ± DS.

## DISCUSIÓN

Para nuestro conocimiento, ningún otro estudio ha evaluado la seguridad y efectividad de la evaluación de fuerza máxima en niños y niñas menores de 13 años de edad. Los resultados de esta investigación indican que no hubo ninguna respuesta anormal o lesión luego de los tests de 1 RM, y los comentarios de los sujetos y sus padres sugirieron que los niños se divirtieron participando en el estudio. No fueron observadas diferencias significativas entre los niños y las niñas en ninguna medición de fuerza. Estos hallazgos sugieren que la máxima capacidad de producción de fuerza de niños sanos puede ser evaluada sin peligro con un test de 1 RM, a condición que sean seguidos los lineamientos de evaluación apropiados. Sin embargo, debe ser recalcado que los niños en este estudio fueron revisados antes de su participación, y todos los procedimientos fueron cuidadosamente supervisados por evaluadores calificados. Los hallazgos de este estudio pueden no ser aplicables a niños con enfermedades, adolescentes, o a otros casos donde las evaluaciones de fuerza son administradas por maestros, entrenadores o médicos, inexpertos.

Una preocupación común asociada con la evaluación de la fuerza máxima en los niños establece el potencial de la misma para lesionar los platos de las epífisis o los cartílagos de crecimiento. Aunque este tipo de lesión ha sido reportada en adolescentes que intentan levantar altas cargas en marcos no supervisados (6, 14, 15), las fracturas de los platos de las epífisis no han sido reportadas en ningún estudio prospectivo de entrenamiento de la fuerza en jóvenes, que haya usado procedimientos de evaluación de la fuerza de 1 RM. Aunque los niños son susceptibles a este tipo de lesión, si instructores calificados les enseñan a los niños como realizar cada ejercicio correctamente usando una carga apropiada, parece que el riesgo de una fractura del plato epifisal es mínimo. Interesantemente, ha sido sugerido que el riesgo de lesión del plato epifisal en niños es menor que en los adolescentes debido a que los platos epifisales de los niños son más fuertes y más resistentes para soportar distintos tipos de fuerzas (19).

En este estudio, los niños realizaron una cierta cantidad de series con cargas incrementales hasta que su RM fue determinada. Debido a que los datos normativos de las máximas capacidades de fuerza de los niños no han sido establecidos aún, el peso fue incrementado prudentemente hasta que fue determinada la RM. Aunque los lineamientos de evaluación de fuerza para adultos sugieren que la RM debería ser determinada dentro de 5 series (4), las observaciones de este estudio sugieren que pueden ser necesitadas series adicionales (e.g., 7-11) para determinar exactamente la RM en cada niño, que no tiene experiencia en las evaluaciones de fuerza. Debido a que los niños y los adultos desentrenados tienen más dificultad para activar sus músculos (26), la realización de series de evaluación adicionales (con pausas adecuadas entre series), pueden ayudar al reclutamiento y coordinación de los músculos involucrados.

Otras observaciones de nuestro estudio sugirieron que la percepción de un niño de un peso dado (i.e., liviano, medio o pesado), puede variar durante los primeros 3-5 series de evaluación. Esto es, a medida que la carga se incrementaba, algunos niños percibían que la carga era "más liviana" o "más fácil" que la carga anterior. El 68 % de los sujetos que no pudo levantar un peso dado durante el primer intento en el test de 1 RM, completo exitosamente el levantamiento en su segundo intento. Aunque es especulativo, un incremento gradual en el peso usado para las evaluaciones en combinación con series de evaluación adicionales (y un segundo intento si fuera necesario), pueden ayudar a tener mayor exactitud en las evaluaciones de fuerza en los niños. Proveer a los niños la oportunidad de practicar la técnica de los ejercicios apropiada en varias ocasiones antes de la fecha de evaluación puede también mejorar el rendimiento en 1 RM.

Además de su uso en evaluaciones clínicas de desordenes músculo-esqueléticos de niños, los resultados de la evaluación de 1 RM pueden ser usados para seguir el progreso de los niños, desarrollar programas de aptitud física personalizados, proveer motivación, y evaluar la efectividad de un programa de entrenamiento de la fuerza. Las evaluaciones de fuerza también pueden ser usadas para identificar y tratar factores de riesgo corregibles, tal como desbalances musculares y niveles de fuerza del tren inferior pobres. La confiabilidad test-retest de nuestro laboratorio para las evaluaciones de 1 RM varía de 0.93 a 0.98, dependiendo del ejercicio elegido (12). Sin embargo, cuando son apropiadamente administrados, los procedimientos de evaluación de 1 RM son de una labor intensa y consumen mucho tiempo. La evaluación de fuerza máxima puede ser usada por los investigadores para evaluar cambios inducidos por el entrenamiento, en la fuerza muscular de los niños, aunque el uso de evaluación de 1 RM en clases de educación física y en programas deportivos para jóvenes puede ser limitado. Son necesarios estudios adicionales para identificar una medición de campo que sea simple y que este relacionada a la fuerza máxima muscular en los niños.

Este estudio intento determinar si la evaluación de 1 RM es un procedimiento seguro para los niños. Nuestros hallazgos apoyan a los pocos estudios que usaron evaluaciones de fuerza máxima en los niños sin ninguna consecuencia aparente (11, 22, 23). Sin embargo, hay varios aspectos de la cuestión de seguridad que no pudieron ser establecidos en nuestro estudio. No puede ser formulada ninguna conclusión con respecto a los efectos agudos de la evaluación máxima sobre mediciones subclínicas de daño muscular o los efectos crónicos de las evaluaciones de fuerza máxima sobre el tejido óseo o el crecimiento de los huesos. Debido a que fueron usadas máquinas para todas las evaluaciones en este estudio, permanecen inciertas la seguridad y la efectividad de la evaluación de 1 RM en niños que usen otros modos de evaluación (e.g., mancuernas o barras). También, debido a que no evaluamos la maduración biológica de los sujetos, es posible que los niños de mayor edad hubieran entrado en sus años de pubertad.

### **Aplicaciones Prácticas**

El presente estudio sirve para documentar la seguridad y la efectividad de la evaluación de 1 RM en niños sanos. Debido a la popularidad creciente del entrenamiento de la fuerza para jóvenes y los beneficios para la salud potenciales, asociados con este método de acondicionamiento (8), los tests de 1 RM pueden ser usados por profesionales calificados para evaluar la efectividad de un programa de acondicionamiento para jóvenes, evaluar la fuerza y la debilidad, proveer motivación y enseñar a los niños los conceptos fundamentales de la aptitud física, los cuales incluyen al entrenamiento de la fuerza. A la inversa, las evaluaciones de la fuerza máxima no supervisadas y pobremente realizadas no son recomendadas bajo ninguna circunstancia, debido su potencial para causar una lesión (24).

**Agradecimientos:** Los autores agradecen a los niños y a sus padres por participar en este estudio, también agradecen

enormemente la ayuda de Rita LaRosa y el staff de South Shore YMCA, Quincy, MA. Los autores también agradecen a Fit Systems, Inc., y a Schnell Equipment por proveer los equipos de entrenamiento de la fuerza usados en este estudio.

**Dirección para Correspondencia:** Enviar toda la correspondencia al Dr. Avery D. Faigenbaum, [avery.faigenbaum@umb.edu](mailto:avery.faigenbaum@umb.edu).

## REFERENCIAS

1. American Academy of Pediatrics (2001). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*; 107: 1470-1472
2. American College of Sport Medicine (2000). ACSM's Guideline for Exercise Testing and Prescription (6 th ed.). *Williams and Wilkins*
3. American Orthopedic Society for Sports Medicine (1988). Proceedings of the conference on Strength Training and the Prepubescent. *Chicago: American Orthopedic Society for Sports Medicine*
4. Baechle, T., R. Earle, y D. Wathen (2000). Resistance training. In *Essentials of Strength Training and Conditioning* (2nd ed.). T. Baechle and R. Earle, eds. *Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 395-425
5. Bowers, C., and E. Schmidt (2001). Weight training considerations for young girls. *Strategies*; 14: 32-35
6. Brady T, Cahill B, Bodnar (1982). Weight training related injuries in the high school athlete. *Am J Sports Med*; 10: 1-5
7. Brown, L (1998). Strength testing for children. *Strength Cond J*; 20: 75-76
8. Faigenbaum, A (2001). Strength training and children's health. *JO-PERD*; 72: 24-30
9. Faigenbaum, A., W. Kraemer, B. Cahill, J. Chandler, J. Dziados, L. Elfrink, E. Forman, M. Gaudiose, L. Micheli, M. Nitka, and S. Roberts (1996). Youth resistance training: Position Statement paper and literature review. *Strength Cond J*; 18:62-75
10. Faigenbaum, A., G. Skrinar, W. Cesare, W. Kraemer, and H. Thomas (1996). Physiologic and symptomatic responses of cardiac patients to resistance exercise. *Arch Phys Med Rehabil*; 71: 395-398
11. Faigenbaum, A., W. Westcott, R. LaRosa Loud, and C. Long (1999). The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics*; 104:e5
12. Faigenbaum, A., W. Westcott, C. Long, R. LaRosa Loud, and M. Delmonico, and L. Michell (1998). Relationship between repetitions and selected percentages of the one repetition maximum in healthy children. *Pediatr Phys Ther*; 10: 110-113
13. Gordon, N., H. Kohl, M. Pollock, H (1995). Cardiovascular safety of maximal strength testing in healthy adults. *Am J Cardiol*; 76: 851-853
14. Gumbs, V., D. Segal, J. Halligan, and G. Lower (1982). Bilateral distal radius and ulnar fractures in adolescent weight lifters. *Am J Sports Med*; 10: 375-379
15. Jenkins, N., and W. Mintowt-Czyz (1986). Bilateral fracture separations of distal radial epiphyses during weight-lifting. *Br J Sports Med*; 20: 72-73
16. Kaelin, M., A. Swank, K. Adams, K. Barnard, J. Berning, and A. Green (1999). Cardiopulmonary responses, muscle soreness, and injury during one repetition maximum assessment in pulmonary rehabilitation patients. *J Cardiol Rehabil*; 19: 366-372
17. Kraemer, W., Fry, A., Frykman, P. et al (1989). Resistance training and youth. *Pediatric Exerc Sci*; 1: 336-350
18. Metcalf, J., and S. Roberts (1993). Strength training and the immature athlete: An overview. *Pediatr Nurs*; 19: 325-332
19. Micheli, L (1998). Strength training for the young athlete. In: *Competitive Sports for Children and Youth*. E. Brown and C. Branta, eds. *Champaign, IL: Human Kinetics Books*. pp. 99-105
20. Morris, F., G. Naughton, J. Gibbs, J. Carlson, and J. Wark (1997). Prospective ten-month exercise intervention in premenarcheal girls: Positive effects on bone and lean mass. *J Bone Miner Res*; 12: 1453-1462
21. National Strength and Conditioning Association (2001). Available at: <http://www.nscs-lift.com>. Accessed June 12
22. Ozmun, J., A. Mikesky, and P. Surburg (1994). Neutomuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med Sci Sports Exerc*; 26: 510-514
23. Ramsay, J., C. Blimkie, K. Smith, S. Garner, and J. MacDougall (1990). Strength training in prepubescent boys. *Med Sci Sports Exerc*; 22:605-614
24. Risser, W (1991). Weight training injuries in children and adolescents. *Am Fam Phys*; 44:2104-2110
25. Rowland, T (1996). Developmental Exercise Physiology. *Champaign, IL: Human Kinetics*
26. Sale, D. (1989). Strength training in children. In *Perspective in Exercise Science and Sports Medicine*. C.V. Gisolfi and DR Lamb, eds. *Indianapolis: Benchmark Press*.pp 165-216
27. Shaw, C., K. McCully, and J. Posner (1995). Injuries during the one repetition maximum assesment in the elderly. *J. Cardiol Rehabil*; 15: 283-287
28. Smith, A., J. Andrish, and L. Micheli (1993). The prevention of sports injuries in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*; 25 (Suppl.): 1-7
29. Webb, D (1990). Strength training in children and adolescents. *Pediatr Clin North Am*; 37: 1187-1210
30. Wescott, W., J. Tolken, and B. Wessner (1995). School-based conditioning programs for physically unfit children. *Strength Cond J*; 17: 5-9

### Cita Original

Avery D. Faigenbaum, Laurie A. Milliken, y Wayne L. Westcott. Maximal strength testing in healthy children. *J Strength Cond Res*; 17 (1): 162-166, 2003.