

EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO RESISTIDO SOBRE LA FUERZA Y RESISTENCIA MUSCULAR EN ESCOLARES PRE-PÚBERES SANOS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

EFFECT OF RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR STRENGTH AND ENDURANCE IN HEALTHY PRE-PUBERTAL SCHOOLCHILDREN: A SYSTEMATIC REVIEW

Autor:

Mayorga Vega, D.⁽¹⁾

Institución:

⁽¹⁾ Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y Deporte, Málaga dmayorgavega@gmail.com

Resumen:

El objetivo de la presente revisión sistemática fue evaluar críticamente los efectos de los diferentes factores de los programas de entrenamiento resistido sobre la fuerza y resistencia muscular en niños pre púberes principiantes sanos. A pesar del bajo desarrollo hormonal de los niños pre-púberes, numerosos estudios sugieren que en niños pre-púberes sanos el entrenamiento resistido es un método eficaz. De los 36 artículos potencialmente relevantes identificados para este estudio tan solo 13 artículos que cumplieron los criterios de inclusión fueron analizados. Se ha podido observar como programas de 8-20 semanas de entrenamiento resistido de 2-3 sesiones semanales con 1-5 series de 6-20 repeticiones pueden aumentar significativamente la fuerza y resistencia muscular entre un +11,5-78 %. No obstante, la información sobre la influencia de los diferentes factores en la efectividad del entrenamiento sigue siendo limitada, por lo que futuras investigaciones deberían determinar con mayor claridad la influencia de cada factor.

Palabras Clave:

Entrenamiento de fuerza, Entrenamiento de sobrecarga, Condición física, Salud, Niños, Preadolescentes.

Abstract:

The aim of this systematic review was to critically evaluate the effects of different factors of resistance training programmes on muscular strength and endurance in healthy beginners pre-pubertal children. Despite the low hormonal development of pre-pubertal children, numerous studies suggest that the resistance training in pre-pubertal healthy children is an effective method. Out of 36 potentially relevant articles identified for this study only 13 articles that met the inclusion criteria were analyzed. It has been observed as programmes of 8-20 weeks of resistance training 2-3 sessions a week with 1-5 sets of 6-20 repetitions can significantly increase muscular strength and endurance between +11,5-78%. However, information on the influence of different factors on training effectiveness remains limited, so future research should identify more clearly the influence of each factor.

Key Words:

Strength training, Weight training, Fitness, Health, Children, Preadolescents.

1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (1946) “la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”. En la actualidad existe un amplio consenso en los componentes de la condición física relacionados con la salud: resistencia cardiovascular, fuerza muscular y resistencia muscular, flexibilidad y composición corporal (American College of Sport Medicine, 1998; Freedson et al., 2000), por lo que cualquier programa que mejore estos componentes sería favorable para implantar en el estilo de vida de nuestros niños, así como en una pretemporada para introducirlos en los deportes de forma segura (Faigenbaum et al., 2000).

En el pasado, los primeros estudios cuestionaron tanto la seguridad como la eficacia del entrenamiento de fuerza para los niños (Guy and Micheli, 2001) por lo que el entrenamiento resistido no era recomendado para esta población (Metcalf and Roberts, 1993). En primer lugar, el esqueleto inmaduro de los niños se creía que era más propenso a las lesiones, con la posible interferencia en el crecimiento. En segundo lugar, se alegó que el entrenamiento resistido en los niños no era efectivo (Falk and Tenenbaum, 1996) basado en la idea de que los niños pre-púberes no podían aumentar su fuerza debido a niveles insuficientes de circulación de andrógenos (American Academy of Pediatrics, 1983).

En las últimas décadas, el entrenamiento resistido ha demostrado ser un método seguro y eficaz para los niños (Faigenbaum, 2000). Ningún estudio sobre entrenamiento resistido correctamente supervisado reportaron lesiones graves a los niños, además, de que no se han encontrado interferencias en el crecimiento (Sadres et al., 2001). Asimismo, a pesar del bajo desarrollo hormonal de los niños pre-púberes, numerosos estudios sugieren que en niños pre-púberes sanos el entrenamiento resistido es un método eficaz (Blimkie, 1992; Faigenbaum et al., 2000; Falk and Eliakim, 2003; Falk and Tenenbaum, 1996; Hass et al., 2001; Malina, 2006; McNeely and Armstrong, 2002; Payne et al., 1997; Pikosky et al., 2002).

Por tanto, el entrenamiento resistido considerado como el uso de los métodos de resistencia para aumentar la fuerza o resistencia muscular (American Academy of Pediatrics, 2008) sería un medio ideal para la mejora de la salud de nuestros niños. Asimismo, organizaciones de reconocido prestigio internacional como la *American Academy of Pediatrics* (2008), la *American College of Sports Medicine* (2007), la *National Strength and Conditioning Association* (Faigenbaum et al., 2009) y la *Canadian Society for Exercise Physiology* (Behm et al., 2008) apoyan la participación de niños en programas de entrenamiento de fuerza de forma adecuada y supervisada competentemente.

En los niños preadolescentes la eficacia del entrenamiento de resistencia puede ser influenciada por diversos factores como la edad y la maduración, el género, así como la frecuencia, duración y la carga del programa de entrenamiento (Falk and Tenenbaum, 1996). Lillergard et al. (1997) no encontraron diferencias asociadas al programa de entrenamiento (12 semanas) con la maduración (etapas de Tanner). Asimismo, Falk y Tenenbaum (1996) en su meta-análisis donde se examinaron a los participantes pre-púberes de diversas edades, no dio muestras de una clara influencia de la edad.

Dado que los niños y niñas muestran tasas muy similares de fuerza durante la pre-adolescencia (Blimkie, 1992) en la mayoría de estudios son combinados. Por lo tanto, la influencia del género en la eficacia del entrenamiento resistido en pre-púberes es difícil determinar. Sin embargo, en los pocos estudios donde los niños y las niñas fueron examinados por separado, no se encontraron diferencias en el efecto del entrenamiento de resistencia entre género (Falk and Tenenbaum, 1996).

Asimismo, los niveles de fuerza y resistencia muscular observados han aumentado significativamente, siempre que el programa de entrenamiento resistido ha tenido la suficiente frecuencia, duración, volumen e intensidad. De manera que frecuencia, intensidad y volumen, modo (tipo de resistencia) y duración (F.I.T.D.) contribuyen en un programa bien estructurado (American Mayorga, D. (2011). Efecto del entrenamiento resistido sobre la fuerza y resistencia muscular en escolares pre-púberes sanos. Una revisión sistemática. *Trances*, 3(1):33-54.

Academy of Pediatrics, 2008). Sin embargo, en la actualidad el papel que juego cada elemento en el programa de entrenamiento resistido no está totalmente definido.

Por tanto, el objetivo de la presente revisión sistemática será evaluar críticamente los efectos de los diferentes factores de los programas de entrenamiento resistido sobre la fuerza y resistencia muscular en niños pre-púberes principiantes sanos.

2. REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL ENTRENAMIENTO RESISTIDO EN NIÑOS

Fuente de los datos

Se realizaron búsquedas bibliográficas en las bases de datos SPORTDISCUS, SCOPUS y MEDLINE (desde enero de 1989 hasta diciembre de 2009) para identificar los estudios que examinaban los efectos del entrenamiento resistido en niños pre-púberes sanos. Los términos de búsqueda utilizados fueron en base a dos conceptos. El concepto de niño (*child, boy, kid, prepuberal, prepubescent, preadolescent*) y el concepto de entrenamiento resistido (*resistance training, weight training, strength training*). Los dos conceptos se combinaron mediante el operador booleano "AND" y los términos de un mismo concepto con el operador "OR" (Benito et al., 2007). Además, las listas de referencias bibliográficas de todos los documentos seleccionados también fueron revisadas.

Selección e inclusión de los estudios

La inclusión en el análisis consistió en los siguientes criterios: 1) El estudio debía incluir ensayos clínicos controlados; 2) Los niños debían ser pre-púberes (la edad máxima de los participantes debía ser de 11 y 13 años para las niñas y niños, respectivamente; etapas de Tanner 1 y 2 de la maduración sexual); 3) Los participantes debían ser sujetos sanos; 4) Se debían realizar entrenamiento resistido con resistencias dinámicas controladas (máquinas

adaptadas, pesos libres y/o autocargas) pudiendo ser combinado con otro tipo de resistencias (balón medicinal, saltos, etc.); 5) Se debían explicar adecuadamente todas las características del programa de entrenamiento (F.I.T.D.); 6) Se debía evaluar la fuerza y/o resistencia muscular con tests válidos y fiables.

No se pusieron restricciones porque practicasen o no actividades físico-deportivas extraescolares. Además, no se pusieron restricciones de idioma.

Resultados del estudio

Las búsquedas identificaron 36 artículos potencialmente pertinentes de los cuales tan solo 13 fueron incluidos (Figura 1). Sus datos principales se resumen en la Tabla 1. Resumidamente, en el presente revisión sistemática se ha podido observar como programas de 8-20 semanas de entrenamiento resistido de 2-3 sesiones semanales con 1-5 series de 6-20 repeticiones pueden aumentar significativamente la fuerza y resistencia muscular entre un +11,5-78 %.

En la presente revisión, en el caso de que el estado de madurez no hubiera sido valorado, presumiblemente los niños eran considerados pre-púberes cuando estaban por debajo de 11 y 13 años para las niñas y niños, respectivamente. En el presente estudio se incluyó una investigación (Faigenbaum et al., 2002) con grupos mixtos formados por niños y niñas de hasta 12 años, puesto que las edades no fueron diferenciadas por sexo.

Todos los estudios tenían tamaños de muestra pequeños. En ninguno de los ensayos se describe el cegamiento del evaluador. La mayoría de los ensayos se asocian con un riesgo elevado de sesgo.

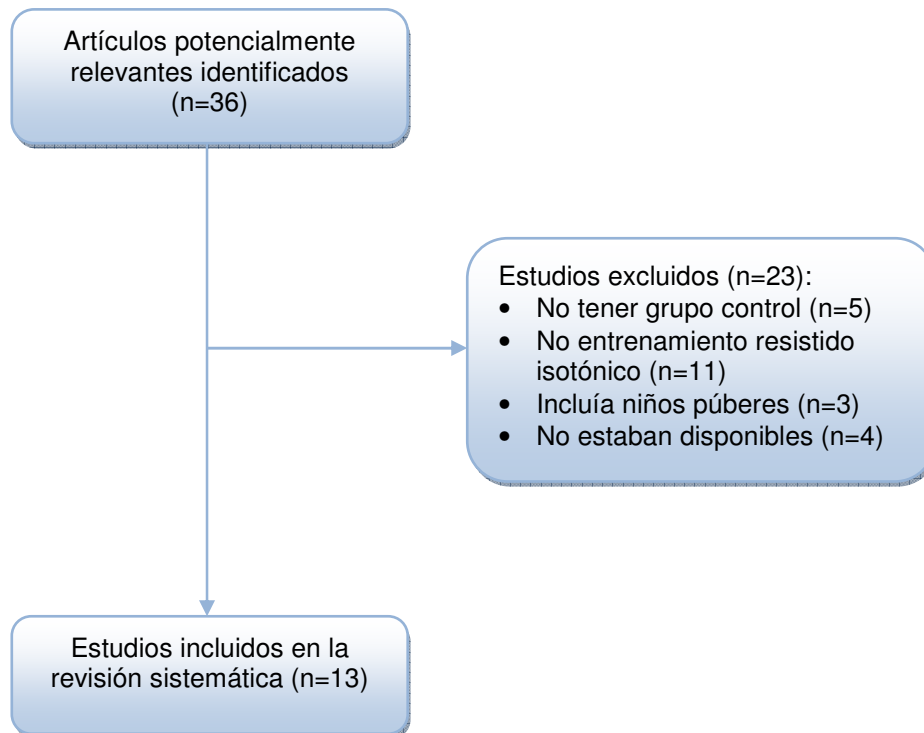


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección

3. INFLUENCIA DE LOS FACTORES F.I.T.D. EN UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO RESISTIDO EN NIÑOS

Muy pocos estudios rigurosos han estudiado los efectos del entrenamiento resistido en niños pre-púberes sanos. La presente revisión sistemática identificó 12 estudios a corto plazo (Blimkie et al., 1989; Da Fountura et al., 2004; Faigenbaum et al., 2001; Faigenbaum et al., 2005; Faigenbaum et al., 2002; Faigenbaum et al., 1999; Faigenbaum et al., 1996; Ingle et al., 2006; Isaacs et al., 1994; Ozmun et al., 1994; Ramsay et al., 1990; Tsolakis et al., 2004) y 1 estudio a largo plazo (Sadres et al., 2001).

Tabla 1. Resumen de los estudios de entrenamiento resistido en niños sanos

Estudio	n	Edad (años)	Género	Características del programa	Tipo de entrenamiento	Resultados
Ingle et al. (2006)	54	11-12	H	12 semanas ; 3 sesiones semanales; 1-3 series x 6-15RM (70-100% 10RM) x 9 ejercicios 1' descanso + 2-3 series x 8-10 saltos 12 semanas de desentrenamiento	Isotónico y pliométrico Pesos libres	Entrenamiento/ desentrenamiento: 10RM Press de banca: +35,2%** / -20,4% ** 10RM Remo: +71,4%**/ -30,3%** 10RM Elevación talón: +51,6%** / -24,7% 10RM Press hombros: +28,0%** / -20,3% 10RM Sentadillas: +49,4%** / -19,7%** 10RM Curl de bíceps: +25,3%** / -16,3% 10RM Zancadas: +47,7%** / -23,8%** 10RM Ext. tríceps: +24,3%** / -18,8%
Faigenbaum et al. (2005)	43	8-12,3	H, M	(E1-2) 8 semanas; 2 sesiones semanales (E1) 1 serie x 6-10 RM x 9 ejercicios (E2) 1 serie x 15-20RM x 9 ejercicios	Isotónico Máquinas adaptadas y autocargas	(E1) 1RM Press de banca: +20,8%* 15RM Press de piernas: +32,2 (E2) 1RM Press de banca: +22,6%* 15RM Press de piernas: +41,9%*
Da Fountura et al. (2004)	14	9,4 ± 1,6	H	12 semanas ; 3 sesiones semanales; 3 series x 15 repeticiones (60-80% 1RM) x 8 ejercicios 12 semanas de desentrenamiento	Isotónico Máquinas adaptadas y autocargas	Entrenamiento/ desentrenamiento: 1RM Curl de bíceps: +67%* / -17,7% 1RM Ext. de rodillas: +78%* / -25,2%

Continua

Tabla 1. Continua

Estudio	n	Edad (años)	Género	Características del programa	Tipo de entrenamiento	Resultados
Tsolakis et al. (2004)	19	11-13	H	8 semanas; 3 sesiones semanales; 3 series x 10 RM x 6 ejercicios 8 semanas de desentrenamiento	Isotónico Máquinas	Entrenamiento/ desentrenamiento: 10 RM Curl de bíceps / -
Faigenbaum et al. (2002)	55	7,1-12,3	H, M	(E1) 8 semanas; 1 sesión semanal; 1 serie x 10-15 RM x 12 ejercicios 2' descanso (E2) 8 semanas; 2 sesiones semanales; 1 serie x 10-15 RM x 12 ejercicios 2' descanso	Isotónico Máquinas adaptadas y autocargas	(E1) 1RM Press de banca: +9,0% 1RM Press de piernas: +14,2%* (E2) 1RM Press de banca: +11,5%* 1RM Press de piernas: +24,9%*
Faigenbaum et al. (2001)	54	8,1 ± 1,6	H, M	(E1-4) 8 semanas; 2 sesiones semanales; (E1) 1 serie x 6-8 repeticiones press banca (E2) 1 serie x 13-15 repeticiones press banca (E3) 1 serie x 6-8 repeticiones press banca + 6-8 pases de pecho (1-2,5kg) (E4) 1 serie x 13-15 pases de pecho (1-2,5kg)	Isotónico y explosivo Máquinas adaptadas y balón medicinal	(E1) 1RM Press de banca: - Endurance press de banca: - (E2) 1RM Press de banca: +16,8%* Endurance press de banca: +5,9±3,2* (E3) 1RM Press de banca: +16,3%* Endurance press de banca: +5,2±3,6* (E4) 1RM Press de banca: - Endurance press de banca: -

Continua

Tabla 1. Continua

Estudio	n	Edad (años)	Género	Características del programa	Tipo de entrenamiento	Resultados
Sadres et al. (2001)	60	9-10	H	2 cursos escolares (9 meses entrenamiento-3 vacaciones); 2 sesiones semanales; 3-4 series x 5-30 repeticiones (30-70% 1RM) x 3-6 ejercicios 2-3' descanso	Isotónico Pesos libres, balón medicinal (1-3kg), comba, y otros	1RM Extensión de rodillas: final del 1º (+83%) y 2º curso (+79%)* 1 RM Flexión de rodillas: final del 1º +63% y 2º curso +57%*
Faigenbaum et al. (1999)	43	5,2-11,8	H, M	(E1-2) 8 semanas; 2 sesiones semanales (E1) 1 serie x 6-8RM x 11 ejercicios (E2) 1 serie x 13-15RM x 11 ejercicios	Isotónico Máquinas adaptadas y autocargas	(E1) 1RM Press de banca: 4ª semana +2% / 8ª semana +3,2 Endurance press de banca: 3,1± 2,5 1RM Extensión de piernas: 4ª semana 17,9% / 8ª semana +11,1%* Endurance press de piernas: 8,7± 2,9* (E2) 1RM Press de banca: 4ª semana +5,1% / 8ª semana 10,7%* Endurance press de banca: 5,2±3,6* 1RM Extensión de piernas: 4ª semana 21,8% / 8ª semana 15,8%* Endurance press de piernas: 13,1± 6,2*

Continua

Tabla 1. Continua

Estudio	n	Edad (años)	Género	Características del programa	Tipo de entrenamiento	Resultados
Faigenbaum et al. (1996)	24	7-12	H, M	8 semanas; 2 sesiones semanales 1 ^a -4 ^a semana: 1 serie x 10 RM + 2 series x 6 RM x 7 ejercicios 1' descanso 5 ^a -8 ^a semana: 3 (primarios: extensión de piernas y press de banca)/2 (secundarios) series x 6 RM x 7 ejercicios 1' descanso 8 semanas de desentrenamiento	Isotónico Máquinas adaptadas y autocargas	Entrenamiento/ desentrenamiento: 6RM Press de banca: +41,1%* / 4 ^o -8 ^o semana -8,9%* / -10,4%* 6RM Extensión de piernas: +53,3%* / 4 ^o -8 ^o semana -21,3%* / -6,8%
Isaacs et al. (1994)	16	7-11	M	12 semanas; 3 sesiones semanales; 5 series x 15 repeticiones (50-70% 1RM) x 4 ejercicios	Isotónico Pesos libres	3 ^o semana entrenamiento: 1 RM extensión de piernas, flexión de piernas, press de banca y curl de bíceps 6, 9 y 12 ^o semana de entrenamiento: 1 RM extensión de piernas, flexión de piernas, press de banca y curl de bíceps* 8 semanas desentrenamiento: 1 RM extensión de piernas, flexión de piernas, press de banca y curl de bíceps
Ozmun et al. (1994)	16	9-12	H, M	8 semanas; 3 sesiones semanales; 3 series x 7-10 RM de curl de bíceps con mancuernas	Isotónico Pesos libres	1RM Curl de bíceps: +22.6%*

Continua

Tabla 1. Continua

Estudio	n	Edad (años)	Género	Características del programa	Tipo de entrenamiento	Resultados
Ramsay et al. (1990)	26	9-11	H, M	20 semanas; 3 sesiones semanales 1 ^a -10 ^a semana: 5 series (1 ^o : curl predicador y extensión de piernas)-3 series (2 ^o) x 10-12 RM (70-75% 1RM) x 10 ejercicios 11 ^a -20 ^a semana: 5 series (1 ^o : curl predicador y extensión de piernas)-3 series (2 ^o) x 5-7 RM (80-85% 1RM) x 10 ejercicios	Isotónico Máquinas adaptadas y autocargas	1RM Press de banca: 10 ^o semana +20,0%* / 20 ^o semana +14,6%* 1RM Press de piernas: 10 ^o semana +16,8%* / 20 ^o semana +5,3*
Blimkie et al. (1989)	12	9-11	H	20 semanas de entrenamiento; ? 8 semanas de mantenimiento; 1 sesión semanal; 3-5 series x ? repeticiones (75-85% 1RM) x 6 ejercicios 8 semanas de mantenimiento	Isotónico Máquinas adaptadas	Entrenamiento/ desentrenamiento: 1 RM Press de banca* / - 1 RM Press de piernas* / -

n, número de la muestra; H, niños; M, niñas; ?, falta de información; (E1), Grupo experimental 1; *Diferencias significativas ($p < 0,05$) en comparación con el grupo control; **Altas diferencias significativas ($p < 0,01$) en comparación con el grupo control; % cambios en la fuerza muscular con respecto a los valores iniciales.

De los 13 artículos estudiados todos encontraron ganancias significativas en la fuerza y resistencia muscular, excepto uno (Tsolakis et al., 2004). Posiblemente estos resultados sean debido a alguna limitación en la investigación como que la prueba elegida (10RM) no medía correctamente la fuerza como en otros estudios donde se utilizaron 1 RM. No obstante, en este mismo estudio se observaron ganancias significativas en la fuerza isométrica usando un dinamómetro. Asimismo, no se produjeron lesiones durante ninguno de los estudios analizados. Una lesión fue definida como un incidente que requiere la atención médica (Faigenbaum et al., 2005).

En el presente revisión sistemática se ha podido observar como programas de 8-20 semanas de entrenamiento resistido de 2-3 sesiones semanales con 1-5 series de 6-20 repeticiones pueden aumentar significativamente la fuerza y resistencia muscular entre un +11,5-78 %. En general, las ganancias relativas en la fuerza y resistencia muscular en el tren inferior (extensión de piernas: +29-78%) han sido mayores que las encontradas en el tren superior (press de banca: +11,5-35,2%), aunque durante el desentrenamiento las pérdidas también fueron mayores.

Sin embargo, resulta difícil comparar la influencia de los factores de entrenamiento en la efectividad observada en estudios con diferentes frecuencias, intensidades y volúmenes, tipos o modos de entrenamiento, y duraciones. Si consideramos que la magnitud de la carga se ve influenciada con el cambio en tan solo uno de estos elementos, serían necesarios futuras investigaciones en la que se compararan programas variando tan solo uno de ellos (tal como se han llevado a cabo en algunos de los estudios: Faigenbaum et al., 2001; Faigenbaum et al., 2005; Faigenbaum et al., 2002; Faigenbaum et al., 1999) con objeto de aclarar el papel de cada uno de estos factores en la efectividad del entrenamiento en los niños pre-púberes sanos.

Frecuencia de entrenamiento

Los hallazgos encontrados en este estudio están a favor de una frecuencia de entrenamiento de al menos 2 días por semana en niños que participan en un programa de entrenamiento resistido introductorio (Faigenbaum et al., 2002). En la presente revisión estudios con frecuencias de entrenamiento de 3 días a la semana también han obtenido ganancias en la fuerza y resistencia muscular (Da Fountura et al., 2004; Ingle et al., 2006; Isaacs et al., 1994; Ozmun et al., 1994; Ramsay et al., 1990). Sin embargo, mientras que frecuencias de entrenamiento de 1 día a la semana parecen limitados para el desarrollo de la fuerza muscular (Faigenbaum et al., 2002), se ha considerado innecesario un tercer día a la semana puesto que se han observado que resulta igual de efectivo que dos. No obstante, es posible que la mayor frecuencia de entrenamiento sea más importante después del periodo de adaptación inicial (Faigenbaum et al., 1996). Futuras investigaciones que aclaren el papel de la frecuencia de entrenamiento son necesarias.

Intensidad y Volumen

Posiblemente, la intensidad es el parámetro más controvertido en el entrenamiento resistido en niños. En términos de aumento de la fuerza y resistencia muscular en niños desentrenados, en nuestra revisión los hallazgos favorecen la prescripción de protocolos de entrenamiento de altas repeticiones máximas-cargas moderadas (13-20RM), frente a bajas repeticiones máximas-cargas elevadas (6-10RM) al menos durante el periodo de adaptación inicial (Faigenbaum et al., 2005; Faigenbaum et al., 2001; Faigenbaum et al., 1999).

Diferentes protocolos de entrenamiento de 2 a 5 series por ejercicio han resultado igualmente efectivo (Da Fountura et al., 2004; Faigenbaum et al., 2002; Faigenbaum et al., 2001; Faigenbaum et al., 2005; Faigenbaum et al., 1999; Faigenbaum et al., 1996; Ingle et al., 2006; Isaacs et al., 1994; Ozmun et al., 1994; Ramsay et al., 1990; Sadres et al., 2001). Sin embargo, en los estudios en los que se han realizado tan solo 1 serie por ejercicio, en aquellos

casos en los que se realizaban entrenamientos de altas repeticiones máximas-cargas moderadas (10-20RM) se han encontrado resultados satisfactorios en cuanto a la ganancia de fuerza y resistencia muscular, aunque no ocurría lo mismo cuando se realizan a bajas repeticiones máximas-cargas elevadas (6-10RM) (Faigenbaum et al., 2002; Faigenbaum et al., 2001; Faigenbaum et al., 2005; Faigenbaum et al., 1999).

Todos estos datos están a favor del uso de protocolos de entrenamiento desde una serie de altas repeticiones máximas-cargas moderadas al menos durante el periodo de adaptación inicial (Faigenbaum et al., 2001). Sin embargo, son necesarias futuras investigaciones que aclaren la influencia del volumen de entrenamiento en programas de entrenamiento resistido en niños.

Tipo o modo de resistencia

Posiblemente el tipo o modo de resistencia sea el factor que resulte más difícil ver la influencia en la efectividad del entrenamiento resistido en niños. Dado que carecemos de estudios en los que se comparen diferentes tipos de entrenamiento, simplemente destacar cómo en la presente revisión sistemática programas de entrenamiento resistido donde se utilizaban los pesos libres, el peso corporal y/o las máquinas adaptadas (Da Fountura et al., 2004; Faigenbaum et al., 2002; Faigenbaum et al., 2005; Faigenbaum et al., 1999; Faigenbaum et al., 1996; Ozmun et al., 1994; Ramsay et al., 1990) o combinado con otros medios como el balón medicinal o los saltos (Faigenbaum et al., 2001; Ingle et al., 2006; Sadres et al., 2001) se han mostrado seguros y eficaces.

Duración del entrenamiento

Los programas de entrenamiento resistido deben tener una duración de al menos 6-8 semanas (Faigenbaum et al., 2002; Faigenbaum et al., 2001; Faigenbaum et al., 2005; Faigenbaum et al., 1999; Faigenbaum et al., 1996;

Ozmun et al., 1994). Entrenamientos más a corto plazo (4 semanas) no tienen ningún efecto sobre la fuerza muscular (Faigenbaum et al., 1999).

Sin embargo, después del programa de entrenamiento las ganancias de fuerza regresarán hacia los valores iniciales durante el periodo de desentrenamiento (Faigenbaum et al., 1996). Los datos sobre el desentrenamiento en niños son contradictorios. Faigenbaum et al. (1996) a las 4 semanas de desentrenamiento encontraron pérdidas significativas de la fuerza muscular, aunque tendrá que pasar unas 8-12 semanas para que los niños entrenados vuelvan a alcanzar los valores iniciales (Faigenbaum et al., 1996; Ingle et al., 2006; Isaacs et al., 1994). Para otros autores a pesar de encontrar descensos en la fuerza, después de 8-12 semanas de desentrenamiento en niños pre-púberes sanos estos no resultaban significativos (Da Fountura et al., 2004; Isaacs et al., 1994).

Asimismo, en base a la limitada información sobre el mantenimiento de la fuerza muscular en niños pre-púberes, después de 20 semanas de entrenamiento de resistencia progresiva, un programa de entrenamiento de mantenimiento de la fuerza de una vez a la semana no fue suficiente para mantener el aumento de la fuerza inducida por el entrenamiento en los varones preadolescentes (Blimkie et al., 1989). Claramente es necesaria mayor información que determine el efecto del desentrenamiento, así como las características de los programas que nos permitan mantener los efectos conseguidos durante el entrenamiento inicial.

4. CONCLUSIONES

A pesar de la vieja idea de que los niños pre-púberes no pueden aumentar su fuerza debido a niveles insuficientes de circulación de andrógenos, la presente revisión sistemática ha demostrado que en niños pre-púberes sanos un entrenamiento resistido adecuado tiene efectos beneficiosos para la fuerza y resistencia muscular. Asimismo, no se produjeron lesiones graves durante los diferentes estudios. De este modo, en la presente revisión

sistemática se demuestra como el entrenamiento resistido diseñado y supervisado correctamente es un método seguro y eficaz para los niños pre-púberes sanos. Futuras investigaciones deberían determinar mejor la influencia de factores como la frecuencia, intensidad y volumen, tipo de resistencia, y duración de entrenamiento en la eficacia del entrenamiento resistido para la fuerza y resistencia muscular durante las fases de iniciación, desarrollo y mantenimiento en los niños pre-púberes sanos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Academy of Pediatrics (1983). Weight training and weight lifting: Information for the pediatrician. *The Physician and Sportsmedicine*, 11(3), 157-161.

American Academy of Pediatrics (2008). Strength training by Children and Adolescents. *Pediatrics*, 121 (4), 835-840.

American College of Sport Medicine (1998). The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(6), 975-991.

American College of Sports Medicine (2007). *Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio* (2ª ed.). Barcelona: Paidotribo.

Behm, D. G., Faigenbaum, A. D., Falk, B., and Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33 (3), 547-561.

Benito Peinado, P. J., Díaz Molina, V., Calderón Montero, F. J., Peinado Lozano, A. B., Martín Caro, C. et al. (2007). La revisión bibliográfica sistemática en fisiología del ejercicio: recomendaciones prácticas. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 6(3), 1-11.

- Blimkie, C. J. (1992). Resistance training during pre- and early puberty: efficacy, trainability, mechanisms, and persistence. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 17(4), 264-279.
- Blimkie, C. J., Martin, J., Ramsay, J., Sale, D., and MacDougall, D. (1989). The effects of detraining and maintenance weight training on strength development in prepubertal boys. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 14, 102P (Abstract).
- Da Fontoura, A. S., Schneider, P., and Meyer, F. (2004). Effect of the muscular strength detraining in prepubertal boys. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 10 (4), 285-288.
- Faigenbaum, A. D. (2000). Strength training for children and adolescents. *Clinics in Sports Medicine*, 19(4), 593-619.
- Faigenbaum, A. D., Lyle, J., and Micheli, M. D. (2000). Preseason Conditioning for the Preadolescent Athlete. *Pediatric Annals*, 29(3), 156-161.
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J. R., Jeffreys, I., Micheli, L. J.; Nitka, M. et al. (2009). Youth Resistance Training: Updated Position Statement Paper from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (Supplement 5), S60-S79.
- Faigenbaum, A. D., LaRosa-Loud, R., O'Connell, J., Glover, S., O'Connell, J., and Westcott, W. L. (2001). Effects of Different Resistance Training Protocols on Upper-Body Strength and Endurance Development in Children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(4) 459-465.
- Faigenbaum A. D., Milliken, L. A., LaRosa-Loud, R., Burak, B. T., Doherty, C. L., and Westcott, W. L. (2002). Comparison of 1 and 2 Days Per Week of Strength Training in Children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73(4), 416-424.
- Faigenbaum, A. D., Milliken, L. A., Moulton, L., and Westcott, W. L. (2005). Early Muscular Fitness Adaptations in Children in Response to Two

- Different Resistance Training Regimens. *Pediatric Exercise Science*, 17 (3), 237-248.
- Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., LaRosa-Loud, R., and Long, C. (1999). The Effects of Different Resistance Training Protocols on Muscular Strength and Endurance Development in Children. *Pediatrics*, 104(1), 1-7.
- Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Micheli, L. J., Outerbridge, A. R., Long, C. J., LaRosa-Loud, R., et al. (1996). The Effects of Strength Training and Detraininig on Children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 109-114.
- Falk, B., and Eliakim, A. (2003). Resistance training, skeletal muscle and growth. *Pediatric Endocrinology Reviews*, 1(2), 120-127.
- Falk, B., and Tenenbaum, G. (1996). The effectiveness of resistance training in children. A meta-analysis. *Sports Medicine*, 22(3), 176-186.
- Freedson, P. S., Cureton, K. J., and Heath, G. W. (2000). Status of Field-Based Fitness Testing in Children and Youth. *Preventive Medicine*, 31(2), S77–S85.
- Guy, J. A., and Micheli, L. J. (2001). Strength training for children and adolescents. *The American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 9(1), 29-36.
- Hass, C. J., Feigenbaum, M. S., and Franklin, B. A. (2001). Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Medicine*, 31(14), 953-964.
- Ingle, L., Sleaf, M., and Tolfrey, K. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *Journal of Sports Sciences*, 24 (9), 987-997.
- Isaacs, L., Pohlman, R., and Craig, B. (1994). Effects of resistance training on strength development in prepubescent females. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26 (5), S210.

- Lillegard, W., Brown, E., Wilson, D., Henderson, R., and Lewis, E. (1997). Efficacy of strength training in prepubescent to early postpubescent males and females: Effects of gender and maturity. *Pediatric Rehabilitation*, 1(3), 147-157.
- Malina, R. M. (2006). Weight training in youth-growth, maturation, and safety: An evidence-based review. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(6), 478-487.
- McNeely, E., and Armstrong, L. (2002). Strength training for children: a review and recommendations. *Physical and Health Education Journal*, 68, 1-6.
- Metcalf, J. A., and Roberts, S. O. (1993). Strength training and the immature athlete: an overview. *Pediatric Nursing Journal*, 19(4), 325-332.
- Organización Mundial de la Salud (1946). Constitución de la Organización Mundial de la Salud. Conferencia Sanitaria Internacional. *Off. Rec. Wld Hlth Org.*, 2, 100.
- Ozmun, J. C., Mikesky, A. E., and Surburg, P. R. (1994). Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(4), 510-514.
- Payne, V. G., Morrow, J. R., Johnson, L., and Dalton, S. N. (1997). Resistance training in children and youth: a meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 68(1), 80-88.
- Pikosky, M., Faigenbaum, A. D., Westcott, W., and Rodriguez, N. (2002). Effects of resistance training on protein utilization in healthy children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(5), 820-827.
- Ramsay, J. A., Blimkie, C. J. R., Smith, K., Garner, S., Macdougall, J. D., and Sale, D. G. (1990). Strength training effects in prepubescent boys. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22(5), 605-614.
- Sadres, E., Eliakim, A., Constantini, N., Lidor, R., and Falk, B. (2001). The Effect of Long-Term Resistance Training on Anthropometric Measures,

Muscle Strength, and Self Concept in Pre-Pubertal Boys. *Pediatric Exercise Science*, 13(4), 357-372.

Tsolakis, C. K., Vagenas, G. K., and Dessypris, A. G. (2004). Strength adaptations and hormonal responses to resistance training and detraining in preadolescent males. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 625-629.

