

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/321769401>

¿Puede el entrenamiento de fuerza prevenir y controlar la dinapenia pediátrica? Can resistance training to prevent and control pediatric dynapenia?

Article in *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación* · January 2018

CITATIONS

0

READS

755

3 authors:



Iván Chulvi-Medrano
University of Valencia

124 PUBLICATIONS 329 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Avery Faigenbaum
The College of New Jersey

330 PUBLICATIONS 9,994 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Juan M. Cortell-Tormo
University of Alicante

125 PUBLICATIONS 423 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Efectos de diferentes protocolos de entrenamiento de fuerza sobre la fuerza máxima, la velocidad, la saltabilidad y el equilibrio en estudiantes universitarios. [View project](#)



Mindfulness [View project](#)

¿Puede el entrenamiento de fuerza prevenir y controlar la dinapenia pediátrica?

Can resistance training to prevent and control pediatric dynapenia?

*Iván Chulvi-Medrano, **Avery D. Faigenbaum, * Juan Manuel Cortell-Tormo

*Universidad de Alicante (España), **The College of New Jersey (EEUU)

Resumen. La dinapenia pediátrica es una condición seria que ha visto incrementada su prevalencia entre los niños de hoy en día. Este fenómeno está caracterizado por bajos niveles de fuerza y potencia que no son consecuencia de una enfermedad y que generan limitaciones funcionales en el rendimiento de las habilidades motrices, así como alteraciones cardiometabólicas. Para evitar esta condición e incrementar la salud y el bienestar de los niños y adolescentes es necesario incluir, dentro de la práctica regular de actividad física, un programa de entrenamiento de fuerza. Se ha comprobado que el entrenamiento de fuerza tiene un papel fundamental a la hora de prevenir y controlar la dinapenia pediátrica. No obstante, requiere de una combinación específica entre investigadores, médicos y entrenadores de forma que permita diseñar e implementar de forma segura programas de entrenamiento de fuerza progresivos y adecuados a las necesidades y habilidades de los niños. Esta revisión recoge las principales aportaciones respecto al entrenamiento de fuerza pediátrico y proporciona datos basados en la evidencia para prevenir y controlar la dinapenia pediátrica en los niños. La participación regular en programas de entrenamiento de fuerza contribuirá a prevenir la dinapenia pediátrica en las primeras etapas de la vida. Por tanto, los niños tendrán más posibilidad de ganar confianza y de adquirir las competencias necesarias para aumentar sus posibilidades físicas y de esta forma podrán cumplir en mayor y mejor medida la cantidad de ejercicio diario recomendado. La intervención se hace especialmente necesaria para mejorar los niveles de fuerza y potencia en los niños ya que, de no ser así, se dificultará en gran medida la posibilidad de prevenir una cascada de consecuencias adversas para la salud en etapas posteriores.

Palabras clave. Pre-adolescente, fuerza muscular, entrenamiento, infancia, salud.

Abstract. Pediatric dynapenia is a serious condition with a growing prevalence within youth nowadays. This phenomenon is characterized by low levels of strength and power not provoked by any disease, which produce functional limitations in motor skill performance and consequent cardio-metabolic abnormalities. In order to improve this condition and enhance the health and well-being of children and adolescents, regular participation in physical activities including resistance training is needed. The unique role of resistance training in preventing and managing pediatric dynapenia implies a joint effort from researchers, clinicians and practitioners in order to design, implement and safely progress developmentally appropriate resistance exercise programs consistent with each child's needs and abilities. This review synthesizes the latest information on youth resistance training and provides evidence-based rationale for preventing and managing pediatric dynapenia in youth. Regular participation in resistance exercise programs in early ages prevent pediatric dynapenia. Consequently, youth will be more likely to gain confidence and competence on their physical abilities and accumulate the recommended amount of daily exercise. Interventions in schools and communities are needed to increase muscular strength and power in youth, with the aim to prevent inevitable cascade of adverse health consequences later in individuals' life.

Key words. Pre-adolescents, muscular strength, training, childhood, health.

Con la intención de aclarar algunos conceptos que se repetirán constantemente a lo largo del texto y que requieren de su definición para garantizar una correcta interpretación, se presentan, a continuación, las definiciones operativas del artículo que sirve como posicionamiento internacional y que está respaldada por los principales entes internacionales y que fue publicada en Archivos de Medicina del Deporte (Lloyd et al., 2014).

Definiciones operativas

Niñez (niños, niñas*) hace alusión a poblaciones en estado 1 y 2 de maduración sexual de Tanner que se asocia aproximadamente con los 11 años en niñas y los 13 años en niños. El siguiente estado evolutivo es la adolescencia.

Adolescencia se refiere a un periodo de la vida de transición entre la niñez y la edad adulta. A pesar de que la adolescencia es un periodo más difícil de definir en términos de edad cronológica debido a los diferentes ritmos de maduración, las niñas de 12-18 años y los niños de 14-18 años se consideran habitualmente adolescentes

*A lo largo del texto se ha intentado mantener un lenguaje no sexista, pero con el fin de no ser reiterativo en muchas ocasiones se ha utilizado el neutro niño con el objetivo de englobar a la población masculina y femenina.

Crecimiento. El crecimiento se ve típicamente como un cambio cuantificable en la composición corporal, el tamaño del cuerpo, o el tamaño de zonas específicas del cuerpo.

Maduración. La maduración se refiere a la distribución de tiempo altamente variable y el ritmo de cambio progresivo en el cuerpo humano desde la niñez hasta la edad adulta y que, además del crecimiento, influye en la capacidad de rendimiento físico en general.

Entrenamiento de fuerza o contra resistencias. El entrenamiento de fuerza se refiere a un método especializado de acondicionamiento físico mediante el cual un individuo está trabajando frente a una amplia gama de cargas que le suponen una resistencia o sobrecarga con el fin de mejorar la salud, la condición física y el rendimiento. Los medios de entrenamiento de fuerza incluyen el uso del peso corporal, máquinas de pesas, peso libre (barras y mancuernas), bandas elásticas y balones medicinales.

Profesional Cualificado se utiliza para referirse a las personas que están formadas y conocen las necesidades específicas a nivel físico, psicológico y social de niños y adolescentes. En este sentido, tienen que estar en posesión de una certificación (por ejemplo, la *United Kingdom Strength and Conditioning Association [UKSCA] Accredited Strength and Conditioning Coach* o la *National Strength and Conditioning Association [NSCA] Strength and Conditioning Specialist*) que avale dichos conocimientos específicos. Además, deben tener una sólida formación pedagógica y una adecuada capacidad comunicativa que permita entrenar de forma adecuada con niños y adolescentes. A este profesional cualificado se le podría denominar *especialista en fitness infantil*.

Introducción

Los beneficios de la actividad física en los niños son ampliamente conocidos, y su recomendación está consensuada por las grandes organizaciones que velan por la salud de las personas. Adoptar estilos de vida que incluyan la actividad física resulta crucial para reducir los tiempos de sedentarismo y sus consecuentes efectos perniciosos (Poitras et al., 2016; Carson et al., 2016; González-Gross & Meléndez, 2002; Janz, Dawson & Mahoney, 2002). Con todo ello, los beneficios sobre la salud se ven amplificados en todas las esferas de la salud del niño y, además, no sólo a nivel físico. Así, recientemente, se ha publicado una revisión sistemática donde se encuentra una asociación entre la actividad física, *fitness* y los niveles cognitivos y rendimiento académico en niños-

as de entre 5 y 13 años (Donnelly et al., 2016). Este mayor rendimiento académico, puede estar mediado por mejores hábitos de estudio, tal y como ha sido comprobado por Capdevila, Bellmunt & Hernando (2015). Por otro lado, la inclusión de la actividad física en esta etapa favorecerá un estilo de vida activo que se prolongará durante la adolescencia y la adultez (Barnett, Van Beurden, Morgan, Brooks & Beard, 2008).

Tradicionalmente, las recomendaciones en cuanto al tipo de actividad física o ejercicio físico se han centrado, principalmente, en las de índole cardiovascular. En este sentido, se pueden encontrar sugerencias como las aportadas por la *United States Department of Health and Human Services* en las que se recalca la necesidad de llevar a cabo actividades físicas de carácter aeróbico de intensidad moderada a vigorosa durante, al menos, 60 minutos diarios para los niños preadolescentes. Esta preferencia por el ejercicio cardiovascular ha estado fundamentada principalmente por los beneficios contrastados que tiene para el sistema cardiovascular, así como contra la obesidad infantil (Janz, Dawson, Mahoney & 2002; Watts, Jones, Davis & Green, 2005; Ortega, Ruiz, Castillo & Sjöström, 2008; Corte de Araujo et al., 2012). Sin embargo, cabe resaltar que este tipo de actividad, de forma aislada, ha mostrado tener efectos moderados sobre la reducción del índice de masa corporal y efectos pequeños sobre el peso corporal, el porcentaje de grasa y la circunferencia de cintura (Stoner et al., 2016). Además, la población preadolescente, presenta, con relativa frecuencia, problemas relacionados con la adherencia a dichos programas por lo que se requiere de un mayor estudio al respecto (Mears & Jago, 2015). Por ejemplo, el *Canadian Health Measures Survey* puso de manifiesto que sólo el 7% de la población comprendida entre 6 y 19 años cumplía, al menos, la recomendación mínima diaria (Colley et al., 2011). Esta falta de actividad física junto a desórdenes nutricionales incrementará el riesgo de sobrepeso/obesidad entre la población infantil. En España, a partir de las aportaciones del trabajo de Serra, Ribas, Aranceta, Pérez, Saavedra & Peña, (2000), se ha comprobado que un 13,9% de los jóvenes españoles con edades comprendidas entre los 2 y los 24 años son obesos y que un 12,4% padece sobrepeso. Aunque existe cierta disparidad de cifras en función de la fuente elegida, debido principalmente a las diferentes metodologías utilizadas, en cuanto a los criterios para establecer diagnósticos (Martínez, Villarino, García, Calle & Marrodán, 2013), se considera que la prevalencia del sobrepeso de la población infantil (de 8 a 13 años) española es del 30,7% y la de obesidad del 14,7% (Sánchez-Cruz, Jiménez-Moleón, Fernández-Quesada & Sánchez, 2012).

Quizá, parte de la explicación para estos datos resida en un incremento paralelo de las conductas sedentarias entre la población infantil (Noriega et al., 2015; Mears & Jago, 2016; Carson et al., 2016), entre las que destaca ver la televisión durante más de 3 horas al día (Serra et al., 2003; Serra-Majem, Aranceta, Pérez-Rodrigo, Ribas-Barba & Delgado-Rubio, 2006). Así, por ejemplo, se ha comprobado que la frecuencia y duración de tiempo dedicado a permanecer delante de la televisión se correlaciona negativamente con la composición corporal y el perfil cardiometabólico (Carson et al., 2016). En esta misma línea, se ha podido constatar que aproximadamente un tercio de los niños estadounidenses dedican, además, otras 3 horas de media a los videojuegos (*United States Department of Health and Human Services*, 2012). Esta excesiva exposición a los videojuegos también se ha correlacionado negativamente con el estado de autoestima y el *fitness* de los niños de entre 5 y 17 años (Carson et al., 2016).

En cualquier caso, el incumplimiento de las recomendaciones mínimas en materia de actividad física requiere de una reflexión desde todos los puntos de vista (por ejemplo, barreras sociales, psicológicas, etc.). Por otro lado, también se debe tener en cuenta que el énfasis de las recomendaciones actuales se centra principalmente en la cantidad de movimiento, soslayando un aspecto fundamental como la calidad del mismo (Pesce, 2012). Éste aspecto, es de vital importancia para que el niño se sienta competente desde un punto de vista motriz y para ello, se requiere de fuerza y potencia muscular además de habilidad (Barnett et al., 2008; Lopes, Rodrigues, Maia & Malina, 2011; Bebich-Philip, Lorenz, Reid, Wright & Furzer, 2016).

Actualmente, la pérdida de fuerza y potencia muscular asociada al envejecimiento se conoce como *dinapenia* (Clark & Manini, 2010; 2012), situación que reduce considerablemente la capacidad funcional de las personas durante las actividades de la vida diaria (Warburton, Nicol & Bredin, 2006; Clark & Manini, 2010). No obstante, esta tendencia hacia niveles de fuerza y potencia muscular reducida se produce también en edades infantiles (Cohen et al., 2011; Moliner-Urdiales et al., 2010; Runhaaret al., 2010) y aunque está más que constatada a nivel clínico y científico no existe ningún término que la recoja. Con esta intención surge el concepto de *dinapenia* pediátrica (Faigenbaum & Meadors, 2016 *in press*, Faigenbaum & McDonald, 2017).

Dicho concepto, define bajos niveles de fuerza y potencia muscular en jóvenes que no son consecuencia de ninguna enfermedad. Además, desencadena limitaciones en las capacidades y habilidades motrices, reduciendo así su competencia. De esta forma, se incrementa el riesgo de lesión durante la práctica de actividad física. Clark & Manini (2010) destacan la importancia que tiene una adecuada definición de *dinapenia*, puesto que permitiría diagnosticar y tratar las alteraciones y/o pérdidas de la función física. No obstante, es complicado encontrar una herramienta lo suficientemente sensible y específica que permita acotar el fenotipo muscular de la *dinapenia*, es decir, la expresión funcional (fuerza de prensión manual o la potencia de salto vertical) del estado del sistema neuromuscular. Consecuentemente, se debería estudiar en mayor profundidad como criterio definitorio de la *dinapenia* pediátrica la relación entre un índice muscular global (medido a través de la prensión manual, prensa de pierna y salto vertical) en relación con el índice de masa corporal (Cesari et al., 2009) o incluso con el índice de masa muscular. Además, al tratarse de un componente deficitario global principalmente marcado en el hemisferio inferior se debería relacionar con la incapacidad de realizar algunos patrones motrices o la ejecución defectuosa de movimientos fundamentales como la sentadilla.

Para compensar este déficit e incrementar la salud de los niños se recomienda aplicar un programa de entrenamiento de fuerza pediátrico (EFP) puesto que los adecuados niveles de fuerza muscular constituyen la base para el resto de componentes del *fitness* pediátrico (velocidad, agilidad, resistencia, equilibrio y flexibilidad) (Faigenbaum, Lloyd, MacDonald & Myer, 2015).

Por otro lado, en los últimos 15 años se han presentado múltiples evidencias científicas que han servido de base para establecer un consenso internacional sobre los beneficios que el entrenamiento de fuerza puede proporcionar a los niños preadolescentes (Artero et al., 2012).

El EFP ha sido suficientemente avalado a través de revisiones de expertos (Malina, 2006; Faigenbaum & Myer, 2010; Faigenbaum et al., 2015, revisiones sistemáticas y meta-análisis (Falk & Tenenbaum, 1996; Behringer, vom Heede, Matthews & Mester, 2011; Smith et al., 2014) y posicionamientos de instituciones internacionales (Lloyd et al., 2014, Faigenbaum et al., 2009; Baker, Mitchel, Boyle, Currell & Currell., 2007; *British Association of Exercise and Sport Sciences*, 2004; Behm, Faigenbaum, Falk & Klentrou, 2008; *American Academy of Pediatrics*, 2008). Llegando incluso, a representar un rol preponderante entre los factores determinantes de la salud en la niñez y adolescencia (Timpka, Petersson, Zhou & Englund, 2014; Clark, Tobias, Murray, & Borehan, 2011; Valero, Gualteros, Torres, Espinosa & Ramírez-Vélez, 2015). En este sentido, recientemente se indicó, en la *Copenhagen Consensus Conference* sobre actividad física en niños, que los niveles de *fitness* muscular y cardiovascular en los jóvenes resulta un fuerte predictor para enfermedades cardiometabólicas futuras (Bangsbo et al., 2016). Un reciente estudio aporta mayor fundamento para esta relación puesto que muestra la relación entre los fenotipos musculares y el riesgo de padecer síndrome metabólico en la edad adulta (Fraser et al., 2016). Además, también se ha comprobado que el fenotipo muscular es más válido que los niveles de resistencia cardiovascular para prevenir el síndrome metabólico en el adulto (Fraser et al., 2016).

Por tanto, el objetivo de la presente revisión narrativa es ofrecer información actualizada, integrada y de marcado carácter práctico en relación con el entrenamiento de fuerza pediátrico y su relevancia para el abordaje de la *dinapenia* pediátrica.

Mitos sobre el entrenamiento de fuerza pediátrico

Una de las argumentaciones que mayor oposición ha ofrecido al entrenamiento de fuerza pediátrico está relacionada con el riesgo de lesiones en el cartilago de crecimiento. La plausibilidad biológica que sostenía dicha afirmación se fundamentaba en que la estructura del cartilago de crecimiento es menos resistente a las cargas que el hueso y, por tanto, posee un mayor riesgo de lesión, especialmente por microtraumas repetidos. No obstante, desde la *National Strength and Conditioning Research* (Faigenbaum et al., 2009) y de diferentes investigaciones (Falk & Eliakim, 2003; Malina, 2006; Faigenbaum & Myers, 2010) se indica claramente que no existen evidencias científicas que avalen dicho riesgo. De hecho, se sabe que en las primeras etapas de la vida resulta crucial obtener niveles elevados de densidad mineral ósea (Beck & Snow-Harter, 2003) y que la participación regular en actividades de fuerza resulta esencial para un desarrollo adecuado del esqueleto del niño (Hind & Burrows, 2007).

Otro de los argumentos que más peso ha tenido a la hora de evitar que los niños realicen entrenamiento de fuerza frente a otro tipo de programas es la creencia del mayor riesgo de lesión que podían presentar los de fuerza. Sin embargo, sólo hay tres estudios en los que se haga alusión a lesiones durante la práctica de EFP (Faigenbaum et al., 2009) y, en todo caso, parece ser muy inferior a las derivadas de otras prácticas. Por ejemplo, Zaricznyj et al. (1980), en su estudio observaron que sólo un 0,7% del total de 1576 lesiones fueron atribuibles al entrenamiento de fuerza, mientras que el fútbol americano supuso un 19%, el baloncesto un 15% y el fútbol un 2% de lesiones totales.

Una posible explicación podría ser el hecho de que durante las actividades deportivas los niños pueden recibir fuerzas reactivas de entre 5 y 7 veces su peso corporal y a que en muchas ocasiones no están controladas (Lloyd et al., 2014).

En cuando a la zona corporal susceptible de lesión, cabría destacar que la espalda es la que más incidencia lesiva presenta con un 12% de las lesiones registradas en niños de entre 8 y 13 años (Myer, Quatman, Khoury, Wall & Hewett, 2009). Sería recomendable prestar atención a esta situación ya que un nivel insuficiente de fuerza y resistencia muscular junto a una inestabilidad espinal pueden incrementar el riesgo de lesión en la espalda (Andersen, Wedderkopp & Leboeuf-Y de, 2006). Por tanto, es importante incluir ejercicios para la mejora de la estabilidad lumbar (*superman*, puente lateral y puente frontal) y la correcta postura (control del ritmo lumbo-pélvico y del ritmo escapulo-humeral) en los programas de entrenamiento de fuerza. En este sentido, existen ejercicios que permiten desarrollar la fuerza al tiempo que se mejora la competencia del *core* y del equilibrio (*overhead lunge*), es decir, entrenamiento por competencias o habilidades motrices (Faigenbaum & Myer, 2010). Los ejercicios dinámicos para el *core* se podrían incluir en la fase de calentamiento. Así, Allen, Hannon, Burns & Williams (2014) constataron que el entrenamiento mediante 10 ejercicios de *core* dinámicos realizados durante 30 segundos (5 minutos en total) una vez por semana durante 6 semanas logró incrementar la resistencia muscular en 86 niñas y 78 niños (11.5 ± 2.5 años). Los autores sugieren que dichas mejoras pueden significar una reducción del riesgo de padecer dolor y/o lesión en la región lumbar.

Cualquier ejercicio o actividad puede aportar beneficios y llevar implícito un riesgo, todo ello inherente a la propia práctica. En lo que se refiere a EFP los riesgos pueden minimizarse si el especialista en *fitness* infantil conoce, por un lado, los factores de riesgo de lesión de los

Tabla 1. Factores de riesgo lesivo en preadolescentes (datos tomados de Faigenbaum y Myer, 2010).

Factores intrínsecos	
Factores de riesgo de lesión en pre-adolescentes	-Edad cronológica.
	-Estado biológicos-madurativo.
	-Tamaño corporal.
	-Estado de forma física.
	-Desequilibrios musculares.
	-Inadecuada nutrición.
	-Lesiones previas.
	-Nivel bajo de técnica.
	-Inadecuado equipamiento.
	-Condiciones/entorno peligrosas.
Factores extrínsecos	
-Programa, instrucción y/o supervisión inadecuados.	

preadolescentes (tabla 1) y, por otro, los criterios preventivos descritos por Myer et al., (2011) con los que se reducirá el riesgo de lesión (figura 1).

Finalmente, cabe subrayar que los principales riesgos de lesión del EFP derivan, por norma general, de errores en el diseño del entrenamiento (por ejemplo, demasiada carga, demasiado pronto) y de una inadecuada supervisión o instrucción por parte del especialista en *fitness* infantil (Myer et al., 2011).



Gráfico 1. Variables a considerar por el especialista en *fitness* infantil en el diseño de un EFP para reducir el riesgo de lesiones. Tomado del original Myer et al., (2011).

Inclusión del entrenamiento de fuerza en la población pediátrica

Justificación de la inclusión del entrenamiento de fuerza pediátrico

Las recomendaciones de actividad física para la población pediátrica están indiscutiblemente determinadas por los beneficios que suponen para la salud de los preadolescentes (Ortega et al., 2008). Además, presenta otros beneficios porque al establecerse los hábitos de vida activos y saludables en esta etapa, tenderán a quedarse establecidos en las fases posteriores de su vida (Seefeldt, 1980, Kwon, Janz, Letuchy, Burns & Levy, 2015; Telama et al., 2014). Las recomendaciones avaladas científicamente indican que se deben realizar 60 minutos, o más, de actividad física diaria de carácter moderado a vigoroso (*United States Department of Health and Human Services*, 2008; Poitras et al., 2016). Sin embargo, en la actualidad, dicho mínimo sólo lo alcanza un 10% de la población preadolescente (Colley et al., 2011; Mears & Jago, 2015). Por tanto, un elevado porcentaje presenta hábitos de vida sedentarios (Guthold, Cowan, Autenrieth, Kann & Riley, 2010; Carson et al., 2016; Poitras et al., 2016). Esta situación favorece una elevada prevalencia de sobrepeso-obesidad infantil (Ebbeling, Pawlak & Ludwig, 2002;

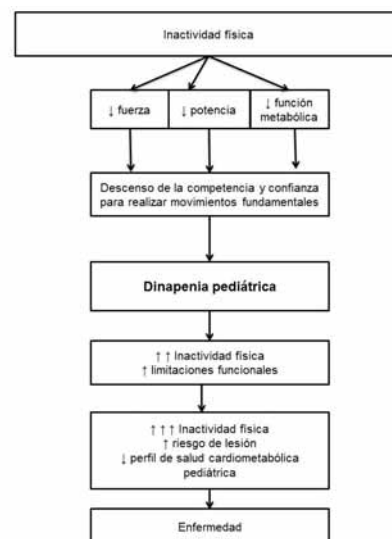


Figura 2. Diagrama de flujo de la importancia de la dinapenia pediátrica.

Serra et al., 2000; Lobstein, Baur & Uauy, 2004; WHO, 2015).

Esta situación, en la que se combina un estilo de vida sedentario junto al sobrepeso/obesidad en la población pediátrica, supone un nuevo reto para el experto en ejercicio físico en el que la dinapenia pediátrica (bajos niveles de fuerza y de potencia muscular) parece ser la principal barrera a la hora de hacer ejercicio físico. Consecuentemente, el abordaje de la dinapenia pediátrica resulta una variable fundamental en la pérdida de motricidad básica y en la salud de los niños (figura 2).

Concretamente, existen estudios en los que se observan niveles bajos de actividad física asociados a estados deficitarios de fuerza muscular en poblaciones pediátricas (Cohen et al., 2011; Moliner-Urdiales et al., 2010; Runhaar et al., 2010). Esta circunstancia junto al incremento del sobrepeso y obesidad marcan la tendencia dinapénica de este segmento poblacional. Además, datos recientes resaltan que existe un incremento de grasa, depositada principalmente en la cadera, al tiempo que el índice de masa corporal permanece estable, por lo que presentan una mayor proporción de masa grasa y menor de masa muscular entre los niños de hoy en día (Fernández et al., 2016). Estos datos resultan especialmente preocupantes dado que se ha comprobado que el porcentaje de grasa corporal es el factor predictor que más influencia tiene a la hora de identificar niños con niveles bajos de aptitud cardiorrespiratoria (Fairchild, Klakk, Heidemann, Andersen & Wedderkopp, 2016).

La dinapenia pediátrica tiene papel fundamental en los problemas motrices y de salud vinculados al sedentarismo. Así, en esta línea, se ha podido comprobar que si bien las modificaciones en el estilo de vida de los niños y adolescentes con obesidad puede significar una mejora en el perfil lipídico (McCormack et al., 2014), es necesario añadir el entrenamiento de fuerza, además del aeróbico, para mejorar en mayor medida dicho perfil metabólico, así como la adiposidad visceral y los marcadores inflamatorios (D'Amato et al., 2014; Bangsbo et al., 2016). Estas mejoras sobre el perfil inflamatorio también se han observado incluso sin mantener una dieta de restricción calórica en niñas (13 - 17 años) con sobrepeso (Lopes et al., 2016). Es por esto por lo que la mejora de la fuerza parece ejercer una gran influencia sobre estos factores. Por otro lado, la dinapenia pediátrica afectará al perfil de salud ya que los niveles de habilidad motriz se verán mermados y, consecuentemente, reducirán los de actividad física. Los programas de EFP deben ser una prioridad para prevenir y/o contrarrestar esta situación (Faigenbaum et al., 2016 *in press*; Faigenbaum y McDonald, 2017). Al reducir los déficits de fuerza derivados de estilos de vida sedentario se mejoran los niveles de fuerza muscular que supondrán el eje central sobre el que poder articular los otros componentes del *fitness* infantil (velocidad, agilidad, patrones motrices, resistencia muscular, equilibrio y flexibilidad). De esta forma, se facilitará un mejor desempeño de otro tipo de ejercicios atlético-deportivos (Faigenbaum et al., 2015). Esta situación debe hacer replantearse las estrategias implementadas hasta ahora ya que el EFP debería representar un rol imprescindible en el abordaje de la salud pediátrica (Faigenbaum et al., 2011; Ten Hoor, et al., 2016). Así, por ejemplo, estudios recientes, en los que se ha analizado una muestra de 4903 niños de los cuales el 50,6% fueron niñas, ha permitido poner de manifiesto que el índice de masa corporal se correlaciona negativamente con el *fitness* cardiorrespiratorio, la velocidad, la flexibilidad y la fuerza de miembros inferiores (Zaqout et al., 2016). Además, mayores niveles de fuerza muscular suponen una mejor percepción de las habilidades motrices por parte de los niños (Smith et al., 2014). Por tanto, niveles bajos de condición física, especialmente a nivel muscular, reducen las habilidades motrices y con ello se ve reducida la motivación de los niños para realizar actividades físicas y deportivas (Fransen et al., 2014; Lopes et al., 2016), desencadenando un mayor riesgo de ganancia de peso. A esta secuencia se la conoce como *negative spiral of disengagement* (Stodden et al., 2008). Así pues, es de vital importancia romper esta tendencia ya que afectará tanto a nivel físico como psicológico (figura 2). El EFP desempeña un papel muy importante al respecto ya que es necesario para mantener un el estilo de vida activo (Faigenbaum et al., 2015; Faigenbaum et al., 2016; Gill et al., 2016). La relación entre pérdida de habilidades físicas o motrices y factores psicológicos como la confianza y la motivación resulta compleja, pero parece existir una

relación en la que adecuados niveles de fuerza y potencia muscular permiten una mayor competencia motriz que ejercerá una influencia positiva sobre la percepción de autoeficacia (Annesi, Westcott, Faigenbaum & Unruh, 2005). Por ejemplo, Faigenbaum et al. (1997), comprobaron los efectos positivos que ejerció un programa de entrenamiento de fuerza correctamente diseñado y supervisado sobre aspectos psicológicos de auto-concepto (*Martinez-Zaichkowsky Self Concept Scale for Children*) y autoeficacia en 24 niños y niñas (con una media de edad de 10 años), tras una intervención mediante un EFP que se aplicó durante 8 semanas a razón de dos sesiones semanales. Más recientemente, Schranz, Tomkinson, Parletta, Petkov & Olds, (2014) observaron mejoras en el autoconcepto de 56 adolescentes de entre 13 y 17 años con sobrepeso y/u obesidad tras 6 meses de entrenamiento de fuerza.

El entrenamiento de fuerza, además de suponer un prerrequisito para adoptar un estilo de vida activo en el que se incluyan el ejercicio físico y el deporte, supone un parámetro de salud en la niñez que se puede mantener en el resto de etapas de la vida (Valero et al., 2015; Timpka et al., 2011; Gontved et al., 2015; Clark et al., 2011; Smith et al., 2014). Por ejemplo, Smith et al., (2014) han encontrado relaciones inversas entre el nivel de fuerza muscular y el total de obesidad central, riesgo de enfermedad cardiovascular y riesgo de síndrome metabólico [$r = -0,25$ (95% CI -0,41 a -0,08)]. Los mismos autores también observaron relaciones inversas entre el nivel de fuerza muscular y la salud ósea, la autoestima y la autopercepción de competencia deportiva. En relación a la salud ósea, se ha comprobado que existe más riesgo de fracturas durante la práctica de ejercicio físico y deporte en aquellos niños que muestran una menor fuerza muscular estimada mediante prensión manual (OR 2,10, 95% CI 1.23-3.31 $p = 0,005$) (Clark et al., 2011).

En la misma línea, los niveles reducidos de fuerza en prensión manual en la niñez están asociados a perfiles de salud perjudiciales para el sistema cardiovascular (trigliceridemia y tensión arterial) independientemente de otros factores (Gontved, et al., 2015).

Un estudio reciente evaluó el nivel de fuerza muscular mediante un índice general de fuerza que incluía el salto de longitud sin impulso, el salto vertical y el test de dinamometría de agarre manual. Estos test fueron administrados a 921 niños y niñas de Colombia con edades comprendidas entre 9 y 17 años. Se pudo comprobar que los niños con peor nivel de fuerza mostraban un peor perfil de salud a nivel de tensión arterial, grasa corporal y perímetro de cintura (Valero et al., 2015). En este sentido, Timpka et al. (2014) tras haber reclutado 38.588 adolescentes suizos de 18 años en el periodo de tiempo comprendido entre 1969 y 1970 y tras un seguimiento que duró hasta 2012, observaron que a mayor nivel de fuerza se le correspondían menores niveles de riesgo de padecer eventos cardiovasculares (HR 0,88, 95% CI 0,77-0,99). Del mismo modo, también se constató que a menor nivel de fuerza mayor riesgo de padecer eventos cardiovasculares (HR 1,3, 95% CI 1,02-1,67) (Timpka et al., 2014). En esta misma línea se ubican los datos que se desprenden de un estudio con un millón cien mil suizos con edad media de 18,2 años que fueron seguidos una media de 26,3 años. Este estudio de cohorte permitió evidenciar que a mayores niveles de fuerza muscular menor riesgo de arritmias cardíacas. Además, si dichos niveles de fuerza estaban combinados con altos niveles de capacidad de ejercicio físico existía una mayor reducción del riesgo de padecer otros eventos cardiovasculares (Andersen et al., 2015).

Finalmente, a estos datos cabría añadir la importancia que ha demostrado tener el desempeño muscular en edad adulta sobre la mortalidad y morbilidad (Ortega, Silventoinen, Tynelius & Rasmussen, 2012; Ruiz et al., 2008).

Entrenabilidad en la niñez

La *entrenabilidad* de los niños ha sido ampliamente demostrada, aunque es cierto que resulta complicado discernir entre las adaptaciones inducidas por el entrenamiento y la propia evolución madurativa. No obstante, en la actualidad existen suficientes evidencias respecto a la capacidad adaptativa de la población pediátrica al entrenamiento de fuerza (Faigenbaum et al., 2009; Lloyd et al., 2014). En los

prepubescentes los mecanismos fisiológicos adaptativos para las ganancias de fuerza se circunscriben principalmente al sistema neural (mayor activación de unidades motrices y mayores niveles de coordinación tanto intra como intermuscular) más que a nivel hipotrofico (Faigenbaum et al., 2009; Lloyd et al., 2014).

La evidencia científica desvela incrementos de la fuerza muscular de entre un 30 y un 50% tras 8-20 semanas de EFP adecuado (Faigenbaum et al., 2009, Dahab & McCambridge, 2009). Incluso se han llegado a describir incrementos mayores (74%) tras 8 semanas de entrenamiento, aunque estos datos hay que contextualizarlos ya que para obtener estas ganancias existen otros factores influyentes como la experiencia en el entrenamiento, el diseño del programa y la instrucción cualitativa (Faigenbaum, Zaichkowsky, Westcott, Micheli & Fehlandt, 1993).

Potenciales beneficios del entrenamiento de fuerza pediátrico

Además de las ganancias de fuerza inducidas por el EFP y sus beneficios derivados, la literatura consultada aporta beneficios en otras esferas: 1) mejora el perfil de riesgo cardio-metabólico; 2) facilita el control del peso corporal; 3) fortalece el hueso; 4) mejora el rendimiento motriz; 5) Reduce el riesgo de lesiones asociadas a actividades deportivas; 6) Mejora la salud psicosocial (Malina, 2006; Baker et al., 2007; *American Academy of Pediatrics*, 2008; Behm et al., 2008; Faigenbaum et al., 2009; Faigenbaum & Myers 2010a,b; Smith et al., 2014; Lloyd et al., 2014; Faigenbaum et al., 2015).

Consideraciones para el diseño de programas de entrenamiento de fuerza en preadolescentes

Dado que el niño no es un adulto en pequeño, para el diseño de un programa de entrenamiento pediátrico, es necesario disponer de conocimientos en cuanto a la fisiología del deporte, principios del entrenamiento y componentes psicosociales específicos para este segmento poblacional. Una vez diseñado el programa de entrenamiento adecuado, también es fundamental la correcta instrucción y supervisión durante la ejecución del mismo.

Edad de inicio

Los preadolescentes pueden iniciarse en un programa de entrenamiento de fuerza cuando estén listos para la participación en actividad deportivas (generalmente a las edades entre 7 y 8 años) siempre y cuando estén mental y psicológicamente preparados para comprender las instrucciones de un entrenador (Faigenbaum et al., 2009; Faigenbaum & McFarland, 2016). Sin embargo, este aspecto no está exento de debate, dado que se trata de un parámetro determinante y que se hace necesario su dominio para ser aplicado, es fundamental conocer o definir los criterios que permitan identificar cuándo los niños son capaces de entender y seguir las instrucciones correctamente (Faigenbaum & McFarland, 2016). Tradicionalmente, la edad cronológica ha sido el factor más importante a la hora de decidir el momento de inicio. No obstante, se debería tener muy en cuenta la edad biológica ya que resulta mucho más precisa y aporta más información sobre el estado madurativo del niño, por ejemplo, las fases de Tanner o el pico de velocidad en la altura.

Una propuesta muy interesante al respecto consistiría en realizar un análisis del «perfil psicológico para el entrenamiento» del niño. En este análisis, el profesional cualificado debe centrar su evaluación en los parámetros que determinarán la fase del entrenamiento a la que puede incorporarse el niño. Estos parámetros son:

Pensamiento abstracto/Pensamiento concreto.

El pensamiento abstracto está caracterizado por los procesos mentales que versan sobre aspectos intangibles como, por ejemplo, la salud. El pensamiento abstracto permite esforzarse por logros cuyas recompensas no vienen dadas de forma material como en el caso de la salud.

El pensamiento concreto se caracteriza por procesos mentales relacionados con aspectos específicos y con recompensas tangibles,

como por ejemplo correr con el balón hasta la portería contraria.

Facilidad para acatar las instrucciones.

Quizá sea uno de los puntos más complejos. Se trata de evaluar en qué medida se asume la figura del supervisor como la persona que lleva la dinámica de la sesión del entrenamiento de fuerza y, por tanto, valorar la importancia de sus indicaciones para el correcto desarrollo del mismo. A partir del momento en el que se identifica el nivel en el que se encuentra el niño para acatar las instrucciones, se podrán proponer ejercicios de mayor independencia (responsabilidad) o, por el contrario, contextos más cerrados pero necesarios para garantizar la seguridad.

Tendencia al aburrimiento

A través de este parámetro se recoge el interés del niño por el entrenamiento. Dicho interés vendrá determinado por el grado de distracción que manifieste. Cuanto menor es la distracción, mayor es el interés y por consiguiente se podrá progresar hacia entrenamientos más estructurados (si es el caso). Cuando muestra aburrimiento se deberá evitar el entrenamiento estructurado y favorecer los contextos lúdicos que incrementen el interés por la práctica del entrenamiento.

Orientación de la motivación

Se debe intentar conocer que fuerza interior empuja al niño a llevar a cabo el entrenamiento de fuerza. El programa se podrá adaptar a las motivaciones del niño y permitir alcanzar de forma más eficaz sus objetivos e incrementar con ello la satisfacción, el disfrute, la adhesión. Los principales focos motivacionales en edad pediátrica para entrenar se circunscriben a: a) lúdica; b) física; c) competitiva; d) salud.

En cuanto a la incorporación a un programa de EFP en el caso de preadolescentes con signos y/o síntomas de enfermedad o con enfermedad diagnosticada (cáncer, diabetes, etc.) se recomienda, independientemente de la edad o del estado madurativo, realizar un examen médico previo (*American Academy of Pediatrics*, 2008; Faigenbaum et al., 2009). En estos casos, la decisión final respecto a la admisión en el programa quedará siempre supeditado a la decisión del facultativo correspondiente. En lo que a niños aparentemente sanos se refiere, no sería un requisito imprescindible aunque sí recomendable (Faigenbaum et al., 2009). Un excelente punto de partida sería la aplicación de la *Pre-Participation Physical Examination* (Evetovich & Hinnerichs, 2014).

Diseño del programa de entrenamiento de fuerza pediátrico orientado a la salud

Las investigaciones en el campo del entrenamiento de la fuerza pediátrica señalan la posibilidad de combinar de diferente forma las variables que componen un programa de entrenamiento de fuerza para que sean más seguros y efectivos para los preadolescentes (Faigenbaum et al., 2009; Faigenbaum et al., 2015). Sin embargo, parece sensato establecer una guía general que pueda servir como referencia inicial. No obstante, estas recomendaciones deben personalizarse y adaptarse a las necesidades particulares de cada niño (Myer et al., 2011). En el presente trabajo se ha llevado a cabo una diferenciación en las recomendaciones para el diseño del programa de entrenamiento de fuerza, en un primer lugar se desarrollarán aquellas que están más orientadas hacia la salud y en segundo lugar las del rendimiento atlético-deportivo.

Las variables a considerar en el entrenamiento de fuerza pediátrico orientado hacia la salud serían las siguientes (Faigenbaum et al., 2009; Myer, 2011; Lloyd et al., 2014):

1- Comenzar la sesión con un calentamiento dinámico y finalizarlo con una vuelta a la calma (*cool-down*). Al igual que en población adulta, la parte introductoria se desarrollaría mediante un calentamiento general llevado a cabo con el objetivo de incrementar las demandas metabólicas (correr, elíptica o similar). La siguiente fase constaría de un calentamiento específico donde se lleven a cabo tareas dinámicas livianas similares a las que se desarrollarán en el entrenamiento de fuerza (estiramientos dinámicos y de movilidad articular). Este apartado deberá incluir estaciones de ejercicios de intensidad baja a moderada para activar el sistema neuromuscular.

Al finalizar la sesión se deberá realizar un paulatino descenso de la intensidad para favorecer una detención del ejercicio saludable, por ejemplo, ejercicios livianos de calistenia.

2- *Selección de ejercicios y orden de los mismos.* La selección de los ejercicios debe tener en cuenta las necesidades particulares del preadolescente en cuestión, principalmente el tamaño corporal, el nivel de *fitness* y experiencia técnica. Podría utilizarse cualquier tipo de carga, por ejemplo, el propio peso corporal, peso libre, máquinas de carga guiada, bandas elásticas y balones medicinales entre otros. El orden de los ejercicios debe atender a la complejidad de los mismos (ejercicios poliarticulares) y a la experiencia. En ambos casos se debe ubicar estos ejercicios al inicio de la sesión con el objetivo de evitar que la fatiga pudiera interferir en la técnica adecuada.

Además, se debe tener presente la necesidad de dotar de un carácter integrativo del entrenamiento de fuerza, es decir, seleccionar ejercicios que permitan incrementar los niveles de fuerza y potencia muscular mientras se estimula simultáneamente el equilibrio y el *core*. En este sentido, la selección de ejercicios es fundamental. Así, por ejemplo, se puede optar por un ejercicio como el *lunge* con los brazos extendidos con la intención de integrar el equilibrio y el *core*. Una vez dominados los ejercicios básicos se puede progresar en complejidad y, por ende, en el valor integrativo, principalmente utilizando ejercicios por encima de la cabeza y unilaterales (Faigenbaum & Myers, 2010).

3- *Intensidad y volumen del entrenamiento.* Aunque la prioridad hasta el momento ha sido la correcta ejecución de los ejercicios, también es importante atender las recomendaciones en cuanto a intensidades y volúmenes. Ante un ejercicio nuevo, el ejecutante deberá entrenar con cargas bajas de forma que permitan asegurar la correcta ejecución del mismo. Por otro lado, volumen e intensidad están fuertemente relacionados, por lo que cualquier cambio en una afectará a la otra.

Aunque no parece haber contraindicaciones ni riesgos a la hora de aplicar los tests de 1 repetición máxima en población pediátrica (Faigenbaum, Milliken & Westcott, 2003; Faigenbaum et al., 2012), puede no ser apropiada su utilización para poblaciones no deportistas (por ejemplo, en educación física o niños con entrenamiento orientado a la salud). En estos casos, sería mucho más apropiado utilizar estimaciones a partir de esfuerzos repetidos. Para ello, se debe calcular la carga mediante ensayo y error teniendo en cuenta las necesidades del preadolescente. Por ejemplo, si está en fase inicial y requiere del aprendizaje de la técnica se pueden recomendar de 1 a 2 series de 8 a 12 repeticiones con una carga que le permita llegar a la última repetición sin excesiva fatiga muscular y sin compromiso de la técnica.

Llegado este punto se puede aplicar el concepto de «repeticiones reserva», es decir, aplicar una carga adecuada para hacer 8-12 repeticiones, pero realizar tan sólo 6. No obstante, para aplicar este concepto se requiere de cierto grado de experiencia.

Dentro de este apartado, en el que la subjetividad respecto a la carga tiene un rol importante, cabe señalar la existencia de escalas de esfuerzo percibido para el entrenamiento de fuerza pediátrico que pueden suponer una herramienta interesante para la monitorización de la carga (Faigenbaum, Miliken, Cloutier & Westcott, 2004; Robertson et al., 2008). Estas escalas relacionan la percepción subjetiva con valores cuantitativos y o gráficos de forma que resulten fáciles de entender y aplicar.

En el caso que se opte por la realización de una prueba máxima (1RM), las recomendaciones al respecto se presentan resumidas en la tabla 2.

Tabla 2.
Cargas de entrenamiento en función de la fase de entrenamiento y del objetivo (a partir de Lloyd et al., 2014).

Fase del entrenamiento	Objetivo	Carga
Niños que se inician en el programa de entrenamiento de fuerza pediátrico.	-Preparación musculoesquelética. -Aprendizaje de la técnica correcta.	1-2 series con una intensidad inferior al 60% de 1RM.
Niños que dominan la técnica de la mayoría de los ejercicios.	-Progresión de la carga -Incremento de la fuerza y potencia muscular.	2-4 series de 6 a 12 repeticiones con una intensidad inferior al 80% de una 1RM.
Niños que avanzan en edad, maduración y estatus de entrenamiento.	-Progresión de la carga. Siempre a tenor de no perjudicar la técnica de ejecución.	=85% de 1RM. <6 repeticiones.

RM: Repetición máximas

Conviene recordar que las cargas de entrenamiento recomendadas no serán necesariamente aplicables a todos los ejercicios de una misma sesión, y que dependerá de la personalización y necesidades de cada persona.

Finalmente, cabría subrayar que en todas las sesiones el profesional cualificado debe estar evaluando cualitativamente y cuantitativamente la carga para poder ir ajustándose al ritmo del niño. En este sentido, habría que tener muy en cuenta los principios que rigen el proceso madurativo de los niños: a) el desarrollo infantil sigue un cauce previsible, no seguir esta trayectoria es motivo de preocupación (y por tanto, de consulta médica); b) el intervalo del desarrollo normal es amplio; c) el desarrollo y la salud infantil (y por ende, del rendimiento motriz) dependen de una serie de factores físicos, sociales, ambientales y saludables; d) El grado de desarrollo del niño influye sobre el test de condición física a aplicar (Bickley & Szilagyi, 2013).

4- *Tiempo de recuperación entre series y ejercicios.* Los estudios han mostrado que los preadolescentes se recuperan con mayor rapidez que los adultos, sobre todo con ejercicios de alta intensidad (Falk & Dotan, 2006; Faigenbaum et al., 2008; Murphy, Button, Chaouachi & Behm, 2014). Es por esto que se recomienda que el tiempo de recuperación esté entorno al 1 minuto ya que se estima suficiente para un programa de entrenamiento de fuerza moderado.

5- *Cadencia.* La velocidad a la que se ejecutan los ejercicios tiene un efecto importante en las respuestas y adaptaciones que derivan de los mismos, no obstante, la velocidad de ejecución debe estar siempre supeditada a la técnica correcta. Es por esto que las velocidades lentas o controladas son fundamentales en el EFP. Sin embargo, debido al carácter intermitente de los juegos y/o deportes, se recomienda combinar diferentes cadencias en función de la progresión del niño y siempre y cuando sea capaz de mantener una técnica de ejecución adecuada (Faigenbaum & Myer, 2010).

6- *Frecuencia de entrenamiento.* Para obtener ganancias notables de fuerza, se recomienda entrenar 2-3 días por semana en días no consecutivos. Para mantener las ganancias obtenidas, un día a la semana puede ser suficiente, aunque se debe tener en cuenta que con esta frecuencia se puede perder hasta un 3% de la fuerza ganada (Faigenbaum et al., 1996).

7- *Variación del programa.* En los niños resulta fundamental variar el programa de entrenamiento con mayor frecuencia que en el caso de los adultos (cada 8-12 semanas) para evitar el aburrimiento, reducir el riesgo de lesiones por sobreuso y evitar los estancamientos (*plateau*). Aunque dependerá de múltiples factores y del interés de los niños, se podrían recomendar cambios semanales en el programa de entrenamiento.

8- *Entrenamiento de fuerza por competencias motrices.* Los puntos anteriores se han centrado en aspectos cuantitativos del entrenamiento de fuerza. En este apartado se hace especial hincapié en la calidad con la que se realizan los ejercicios y el grado de correspondencia de éstos con los patrones motores básicos y la forma particular de moverse y jugar que tienen los niños (Faigenbaum et al., 2011; Faigembaum et al., 2015). Dichos ejercicios deben ser apropiados para el estado madurativo del niño y siempre deben realizarse bajo supervisión cualificada. Así, resulta crucial para la correcta dinámica de los ejercicios que se evalúe y se aporte un feedback constante de la calidad de los movimientos. El objetivo de este apartado versaría en torno a la mejora de las competencias motrices y de la autoconfianza de forma que permita participar en todo tipo de actividades (Lopes et al., 2011).

La calidad de los movimientos viene determinada por la coordinación motriz y ésta puede verse incrementada, gracias al elevado grado de plasticidad en el desarrollo neuromuscular durante la prepubescencia, con un entrenamiento adecuado, y con ello, mejorar también las tareas motrices (Behringer, vom Heede, Matthews & Mester, 2011). Además, la intervención en estas edades resulta ideal para aprender e interiorizar las técnicas apropiadas de los ejercicios de fuerza (Myer et al., 2011). Dichas mejoras en habilidades y competencias obtenidas durante esta etapa perdurarán, en gran medida, a lo largo de las posteriores de su vida (Seefeldt, 1980).

Diseño del programa de entrenamiento de fuerza pediátrico orientado al rendimiento atlético-deportivo

En muchas ocasiones, las recomendaciones generales no atienden a las demandas fisiológicas específicas para el entrenamiento con niños (Lloyd et al., 2015). Tampoco se contemplan factores tan importantes como la capacidad de entrenamiento, la adherencia y el riesgo de lesión (Bergeron et al., 2015). En este sentido, se deben conocer las orientaciones para el EFP para el rendimiento (Granacher et al., 2016):

- Estimular la condición física y el desarrollo atlético-deportivo.
- Tolerar las demandas a largo plazo que suponen el entrenamiento y la competición.
- Favorecer la promoción de la salud a largo plazo.

El requisito previo para comenzar el EFP orientado al rendimiento atlético-deportivo es haber realizado el EFP orientado a la salud, al menos, durante dos años. Por tanto, gran parte de las recomendaciones para el EFP orientado a la mejora del rendimiento atlético-deportivo ya se recogen entre las anteriormente expuestas en la orientación saludable. En el caso del rendimiento, se concreta, en mayor medida, aspectos relacionados con la carga de entrenamiento ya que debe adecuarse a las particularidades propias del objetivo que se desea alcanzar (Faigenbaum et al., 2009; Faigenbaum et al., 2015; Granacher et al., 2016).

En este sentido, se puede indicar, a partir de los datos publicados en el meta-análisis de Lesinski, Prieske & Granacher, (2016), de forma concreta una dosis-respuestas ajustada a este segmento de la población desde el punto de vista del rendimiento atlético-deportivo. Para ello, el EFP debe aplicarse durante un periodo superior a las 23 semanas. Se recomienda realizar 5 series de 6-8 repeticiones a una intensidad del 80-89% de una repetición máxima. El tiempo de descanso óptimo será de 3-4 minutos entre series. No obstante, tal y como apuntan los autores esta guía debería adaptarse a las especificidades de la disciplina atlético-deportiva pertinente.

Finalmente, resulta importante recordar que al igual que en otras edades se debe tener precaución con la manipulación de las cargas así como con la periodización de las mismas para evitar el sobreentrenamiento (Winsley & Matos, 2011).

Un continuum en el entrenamiento de fuerza pediátrico

Cabe destacar la importancia que tiene el principio de progresión en el entrenamiento y que cobra mayor relevancia en la población pediátrica, por ello, se presenta la siguiente propuesta (tabla 3):

El establecimiento del *continuum*, la práctica regular y la adherencia

al EFP, resultan de vital importancia puesto que se ha constatado que cuando cesa el EFP aumenta considerablemente la posibilidad de perder los beneficios asociados al mismo (Meylan, Cronin, Oliver, Hopkins & Contreras, 2014; Faigenbaum et al., 2013a; Woo, Shin, Yoo, Park & Kang, 2012).

La figura del profesional cualificado, el especialista en *fitness* infantil

Tal y como se ha venido indicando, la persona encargada de diseñar y supervisar el programa de EFP es de capital importancia. Debe estar en posesión del título académico que certifique su adecuación formativa para este desempeño profesional. Pero, además, debe tener habilidades relacionadas con la enseñanza en etapas infantiles y deberá especializarse en fisiología del desarrollo, medicina deportiva pediátrica y psicología infantil. A la hora de poner en práctica el programa de entrenamiento debe ser entusiasta y tener buena capacidad comunicativa. Su principal reto será crear una experiencia integradora y agradable para todos los participantes, garantizar la seguridad en todo momento y favorecer la eficiencia y eficacia en el entrenamiento. Por ejemplo, la utilización de diferentes materiales o elementos (balones medicinales o cuerdas) que contribuyan a la motivación de los niños favorecerá el disfrute y la adhesión al programa de ejercicio (Faigenbaum, Lloyd, Sheehan & Myer, 2013). Además, una adecuada programación aportará, también, mejoras de índole psicosocial (Faigenbaum et al., 1997) y cognitivas (Fedawa & Ahn, 2011).

No se deben descuidar los aspectos didácticos ya que se encuentran implícitos en dinámica habitual de trabajo ya que, por ejemplo, se deben explicar las consideraciones básicas de seguridad, así como los procedimientos de ayuda (*spotting*) (Faigenbaum et al., 2009). En este sentido, también cabe destacar el rol educativo saludable que puede tener en casos como, por ejemplo, la problemática asociada al consumo de esteroides anabolizantes con el fin de contribuir a luchar especialmente contra el consumo entre los adolescentes (VandenBerg, Neumark-Sztainer, Carfri & Wall, 2007).

Los beneficios que aporta el EFP están sobradamente reconocidos, no obstante, dentro de las líneas futuras de investigación, sería de gran ayuda establecer un algoritmo que permitiera identificar de forma objetiva los casos de dinapenia pediátrica. Así mismo, convendría evaluar los resultados del abordaje de la dinapenia pediátrica mediante el EFP desde el prisma de la maduración.

Tabla 3.
Propuesta de *continuum* en el entrenamiento de fuerza pediátrico.

FASES del EFP	Experiencia en el EFP	Perfil madurativo del niño	Programas orientados a la salud	Programas orientados al rendimiento
Actividad física	0-6 meses	1.-Predominio del pensamiento concreto. 2.-Mucha dificultad para acatar las instrucciones. 3.-Se aburre con facilidad. 4.-Motivación lúdica	-Alcanzar 60 minutos de actividad física moderada-vigorosa todos los días. -Utilización de juegos.	-Alcanzar 60 minutos de actividad física moderada-vigorosa todos los días. -Utilización de juegos.
Ejercicio físico jugado	6-12 meses	1.-Predominio del pensamiento concreto. 2.-Dificultad para acatar las instrucciones. 3.-Se aburre con facilidad. 4.-Motivación lúdica.	-Utilización del juego incluyendo algunos ejercicios básicos de estabilización del <i>core</i> (supermán, puente lateral modificado, puente frontal).	-Utilización del juego incluyendo algunos ejercicios básicos de estabilización del <i>core</i> (supermán, puente lateral modificado, puente frontal).
Jugando a entrenar	1-2 años	1.-No existe predominio de ningún tipo de pensamiento (concreto-abstracto). 2.-Facilidad para acatar las instrucciones. 3.-Tendencia al aburrimiento. 4.-Motivación lúdica	-Inclusión de algunos ejercicios básicos de entrenamiento de fuerza de forma jugada.	-Inclusión de algunos ejercicios básicos de entrenamiento de fuerza de forma jugada.
Entrenando	2-3 años	1.-Predominio del pensamiento abstracto. 2.-Facilidad para acatar las instrucciones. 3.-No se aburre. 4.-Motivación física	-Guía de entrenamiento de fuerza pediátrica orientada a la salud -Patrones motrices básicos.	-Guía de entrenamiento de fuerza pediátrica orientada a la salud -Ejercicios de rehabilitación -Patrones motrices básicos
Entrenamiento atlético-deportivo	>3 años	1.-Predominio del pensamiento abstracto. 2.-Acata las instrucciones. 3.-No se aburre. 4.-Motivación competitiva	↓	-Guía de entrenamiento de fuerza pediátrica orientada al rendimiento atlético-deportivo -Patrones motrices especializados
Entrenamiento competitivo	>3 años	1.-Predominio del pensamiento abstracto. 2.-Acata las instrucciones. 3.-No se aburre. 4.-Motivación competitiva		-Guía de entrenamiento de fuerza pediátrica orientada al rendimiento atlético-deportivo -Patrones motrices especializados
Vida activa	>3 años	1.-Predominio del pensamiento abstracto. 2.-Interiorización de necesidad de cuidar su salud. 3.-Motivación salud.	-60 minutos de actividad física moderada-vigorosa y -Guía de entrenamiento de fuerza pediátrica orientada a la salud -Patrones motrices especializados (ámbito escolar, laboral, postural...)	-60 minutos de actividad física moderada-vigorosa y -Guía de entrenamiento de fuerza pediátrica orientada a la salud. -Ejercicios compensatorios de los patrones motrices especializados.

EFP: entrenamiento fuerza pediátrico. Combinar la experiencia con los parámetros del perfil madurativo para poder llevar a cabo una aproximación más exhaustiva.

Conclusión

Los datos aportados a lo largo de los últimos 15 años han permitido refutar todos los mitos que impedían incluir el entrenamiento de fuerza en niños. Del mismo modo, se han constatado los múltiples beneficios que aporta sobre todas las esferas que conforman su salud. El estilo de vida sedentario que propicia la aparición de estados dinapénicos en las poblaciones pediátricas con sus correspondientes efectos negativos sobre la salud, requiere de un abordaje mediante el entrenamiento de fuerza pediátrico. Por lo tanto, dicho entrenamiento debería suponer el eje central de la intervención con actividad física en niños preadolescentes para intentar evitar la dinapenia pediátrica e incrementar sus habilidades motrices básicas. La intervención puede llevarse a cabo mediante autocargas, bandas elásticas, balones medicinales en los estadios iniciales y barras, discos, mancuernas en estados más avanzados. La mejora de estas variables incrementará la participación regular y la adherencia a otras actividades físicas y/o deportivas ejerciendo un efecto multiplicador de los beneficios que se prorrogarán hasta la edad adulta. Para ello, resulta fundamental tener especialistas en *fitness* infantil que adapten las propuestas de entrenamiento al perfil de niño, que dominen los principios del entrenamiento y las particularidades psicosociales de la niñez y que sean capaces de comunicar, educar y sobre todo entusiasmar.

Referencias

- Allen, B.A., Hannon, J.C., Burns, R.D., & Williams, S.M. (2014). Effect of a core conditioning intervention on tests of trunk muscular endurance in school-aged children. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 2063-2070.
- American Academy of Pediatrics. (2008). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, 121, 835-840.
- Andersen, K., Rasmussen, F., Held, C., Neovius, M., Tynelius, P., & Sundström, J. (2015). Exercise capacity and muscle strength and risk of vascular disease and arrhythmia in 1.1 million young Swedish men: cohort study. *British Medical Journal*, 351:h4543.
- Andersen, L., Wedderkopp, N., & Leboeuf-Yde, C. (2006). Association between back pain and physical fitness in adolescents. *Spine*, 31(15), 1740-1744.
- Annesi, J.J., Westcott, W.L., Faigenbaum, A.D., & Unruh, J.L. (2005). Effects of a 12-week physical activity protocol delivered by YMCA after-school counselors (Youth Fit for Life) on fitness and self-efficacy changes in 5-12-year-old boys and girls. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 76(4), 468-476.
- Artero, E.G., Lee, D.C., España-Romero, V., Sui, X., Church, T.S., & Blair, S.N. (2012). Effects of muscular strength on cardiovascular risk factors and prognosis. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation & Prevention*, 32(6), 351-358.
- Baker, D., Mitchell, J., Boyle, D., Currell, S., & Currell, P. (2007). Resistance training for children and youth: a position stand from the Australian Strength and Conditioning Association (ASCA). www.strengthandconditioning.org 2007 [ACCEDIDO:] 01 Septiembre 2016.
- Bangsbo, J., Krstrup, P., Duda, J., Hillman, C., Andersen, L.B., Weiss, M., ... Elbe, A. (2016). The Copenhagen Consensus Conference 2016: children, youth, and physical activity in schools and during leisure time. *British Journal of Sports Medicine*, doi:10.1136/bjsports-2016-096325.
- Barnett, L., Van Beurden, E., Morgan, P., Brooks, L., & Beard, J. (2008). Does childhood motor skill proficiency predict adolescent fitness? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(12):2137-2144.
- Bebich-Philip, M.D., Lorenz, A., Reid, S.L., Wright, K.E., & Furzer, B.J. (2016). Adaptation of the resistance training skills battery for use in children across the motor proficiency spectrum. *Pediatric Exercise Science*, 28(3), 473-480.
- Beck, B.R., Snow-Harter, C.M. (2003). Bone health across the lifespan-exercising our options. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 31(3), 117-122.
- Behm, D.G., Faigenbaum, A.D., Falk, B., & Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 33(3), 547-561.
- Behringer, M., vom Heede, A., Matthews, M., & Mester, J. (2011). Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: a meta-analysis. *Ped Exerc Sci*; 23(2), 186-206.
- Bergeron, M.F., Mountjoy, M., Armstrong, N., Chia, M., Côté, J., Emery, C.A., ... Engebretsen, L. (2015). International Olympic committee consensus statement on youth athletic development. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 843-851.
- Bickley, L.S., Szilagyi, P.G. (2013). *Bates. Guía de exploración física e historia clínica*. 11ªed. Hospitalet de Llobregat. Wolters Kluwer. Lippincott Williams & Wilkins (pp. 766).
- British Association of Exercise and Sport Sciences. (2004). BASES position statement on guidelines for resistance exercise in young people. *Journal of Sports Sciences*, 22(4), 383-390.
- Capdevila, A., Bellmunt, H., & Hernado, C. (2015). Estilo de vida y rendimiento académico en adolescentes: comparación entre deportistas y no deportistas. *Retos*, 27:28-33.
- Carson V, Hunter S, Kuzik N, Gray CE, Poitras VJ, Chaput JP, ... Tremblay MS. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Applied Physiology, Nutrition, & Metabolism*. 2016; 41(S3):S240-65.
- Cesari, M., Pahor, M., Laurentani, F., Zamboni, V., Bandinelli, S., Bernabei, R., Guralnik, J.M., & Ferrucci, L. (2009). Skeletal muscle and mortality results from the InCHIANTI Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 64(3): 377-384.
- Clark, B.C., & Manini, T.M. (2010). Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 13(3), 271-276.
- Clark, B.C., & Manini, T.M. (2012). What is dynapenia? *Nutrition*, 28(5), 495-503.
- Clark, E.M., Tobias, J.H., Murray, L., & Boreham, C. (2011). Children with low muscle strength are at an increased risk of fracture with exposure to exercise. *Journal of Musculoskeletal Neuronal Interaction*, 11(2), 196-202.
- Cohen, D.D., Voss, C., Taylor, M.J.D., Delestrat, A., Ogunleye, A.A., & Sandercock, G.R.H. (2011). Ten-year secular changes in muscular fitness in English children. *Acta Paediatrica*, 100(10), 175-177.
- Colley, R.C., Garriguet, D., Janssen, I., Craig, C., Clarke, J., & Tremblay, M.S. (2011). Physical activity of Canadian children and youth: accelerometer results from the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Reports*, 22(1), 15-23.
- Corte de Araujo, A.C., Roschel, H., Picanço, A.R., do Prado, D.M.L., Villares, S.M.F., de Sá Pinto, A.L., & Gualano, B. (2012). Similar health benefits of endurance and high-intensity interval training in obese children. *PLoS ONE*, 7(8), e42747.
- Dahab, K.S., & McCambridge, T.M. (2009). Strength training children and adolescents: Raising the bar for Young athletes? *Sports Health*, 1(3), 223-226.
- Dâmaso, A.R., da Silveira Campos, R.M., Caranti, D.A., de Piano, A., Fisberg, M., ... de Mello, M.T. (2014). Aerobic plus resistance training was more effective in improving the visceral adiposity, metabolic profile and inflammatory markers than aerobic training in obese adolescents. *Journal of Sports Science*, 32(15), 1435-1445.
- Donnelly, J.E., Hillman, Ch. H., Castelli, D., Etnier, J., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourner, K., & Szabo-Reed, A. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: A systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(6), 1223-1224.
- Ebbeling, C., Pawlak, D., & Ludwig, D. (2002). Childhood obesity: Public health crisis, common sense cure. *Lancet*, 360(9331), 473-482.
- Evetovich, T.K., & Hinnerichs, K.R. (2014). Consulta y evaluación del estado de salud del cliente. Capítulo 9. En J.W. Coburn, & M.H. Malek (Coord), *Manual NSCA Fundamentos del entrenamiento personal*. Badalona: Paidotribo (pp. 147-163).
- Faigenbaum, A., & Meadors, L. (2016 in press). A Coaches dozen: An update on building healthy, strong and resilient Young athletes, *Strength Cond J*.
- Faigenbaum, A.D., & MacDonald, J.P. (2017). It's not just for grown-ups

- anymore. *Acta Paediatrica*, doi 10.1111/apa13797.
- Faigenbaum, A.D., & McFarland, J. (2016). Resistance Training for Kids: Right from the Start. *ACSM's Health and Fitness Journal*, 20(5), 16-22.
- Faigenbaum, A.D., & Myer, G.D. (2010a). Pediatric resistance training: benefits, concerns and program design considerations. *Current Sports Medicine Reports*, 9(3), 161-168.
- Faigenbaum, A.D., & Myer, G.D. (2010b). Resistance training among Young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British Journal of Sports Medicine*, 44(1), 56-63.
- Faigenbaum, A.D., Farrel, A., Fabiano, M., Radler, T., Naclerio, F., Ratamess, N., Kang, J. & Myer, G. (2011). Effects of integrative neuromuscular training on fitness performance in children. *Pediatric Exercise Science*, 23(4), 573-584.
- Faigenbaum, A.D., Farrell, A.C., Fabiano, M., Radler, T.A., Naclerio, F., Ratamess, N.A., Kang, J. & Myer, G.D. (2013a). Effects of detraining on fitness performance in 7-year-old-children. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27:323-330.
- Faigenbaum, A.D., Kraemer, W.J., Blimkie, C.J.R., Jeffreys, I., Micheli, L., Nitka, M., & Rowland, T.W. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *Journal of Strength Conditioning Research*, 23(5), S60-S79.
- Faigenbaum, A.D., Lloyd, R.S., MacDonald, J., & Myer, G.D. (2015). *Citius, Altius Fortius*: beneficial effects of resistance training for young athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 50(1), 3-7.
- Faigenbaum, A.D., Lloyd, R.S., Sheehan, D., & Myer, G.D. (2013b). The role of the pediatric exercise specialist in treating exercise deficit disorder in youth. *Strength & Conditioning Journal*, 35(3), 34-41.
- Faigenbaum, A.D., McFarland, J.E., Herman, R.E., Naclerio, F., Ratamess, N.A., Kang, J., & Myer, G.D. (2012). Reliability of the one-repetition-maximum power clean test in adolescent athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 432-437.
- Faigenbaum, A.D., Miliken, L.A., Cloutier, G., & Westcott, W.L. (2004). Perceived exertion during resistance exercise by children. *Perceptual & Motor Skills*, 98(2), 627-637.
- Faigenbaum, A.D., Milliken, L., & Westcott, W. (2003). Maximal strength testing in children. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 162-166.
- Faigenbaum, A.D., Ratamess, N.A., McFarland, J., Kaczmarek, J., Coraggio, M.J., Kang, J., & Hoffman, J.R. (2008). Effect of rest interval length on bench press performance in boys, teens, and men. *Pediatric Exercise Science*, 20(4), 457-469.
- Faigenbaum, A.D., Westcott, W.L., Micheli, L.F., Outerbridge, A.R., Long, C.J., LaRosa-Loud, R., & Zaichkowsky, L.D. (1996). The effect of strength training and detraining on children. *Journal of Strength Conditioning Research*, 10(2), 109-114.
- Faigenbaum, A.D., Zaichkowsky, L., Westcott, W., Micheli, L., & Fehlandt, A. (1993). The effects of a twice per week strength training program on children. *Pediatric Exercise Science*, 5(4), 339-346.
- Faigenbaum, A.D., Zaichkowsky, L., Westcott, W., Micheli, L., Outerbridge, A., Long, C., & LaRosa-Loud, R. (1997). Psychological effects of strength training on children. *Journal of Sports Behavior*, 20(2), 164-175.
- Fairchild, T.J., Klakk, H., Heidemann, M.S., Andersen, L.B., & Wedderkopp, N. (2016). Exploring the relationship between adiposity and fitness in young children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(9), 1708-1714.
- Falk, B., & Dotan, R. (2006) Child-adult differences in the recovery from high intensity exercise. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 34(3), 107-112.
- Falk, B., & Eliakim, A. (2003). Resistance training, skeletal muscle and growth. *Pediatric Endocrinology Reviews*, 1(2), 120-127.
- Falk, B., & Tenenbaum, G. (1996). The effectiveness of resistance training in children: a meta-analysis. *Sports Medicine*, 22(3), 176-186.
- Fedewa, A., & Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: a meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 82(3), 521-535.
- Fernández, J.R., Bohan, M., López-Alarcón, M., Dawson, J.A., Guo, F., Redden, D.T., & Allison, D.B. (2016). Changes in pediatric waist circumference percentiles despite reported pediatric weight stabilization in the United States. *Pediatric Obesity*, doi:10.1111/ijpo.12250.
- Fransen, J., Deprez, D., Pion, J., Tallir, I.B., D'Hondt, E., Vaeyens, R., Lenoir, M., & Philippaerts, R.M. (2014). Changes in physical fitness and sports participation among children with different levels of motor competence: a 2-year longitudinal study. *Pediatric Exercise Science*, 26(1), 11-21.
- Fraser, B.J., Huynh, Q.L., Schmidt, M.D., Dwyer, T., Venn, A.J., & Magnussen, C.G. (2016). Childhood muscular fitness phenotypes and adult metabolic syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(9), 1715-1722.
- Gontved, A., Riedel-Larsen, M., Moller, N.C., Kristensen, P.L., Froberg, K., Brage, S., & Andersen, L.B. (2015). Muscle strength in youth and cardiovascular risk in young adulthood (the European Youth Heart Study). *British Journal of Sport Medicine*, 49(2), 90-94.
- González-Gross, M., & Meléndez, A. (2013). Sedentarism, active lifestyle and sport: Impact on health and obesity prevention. *Nutrición Hospitalaria*, 28(S5), 89-98.
- Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, Ch.,...Behm, D.G. (2016). Effects of resistance training in youth athletes on muscular fitness and athletic performance: a conceptual model for long-term athlete development. *Frontiers in Physiology*, 7, 164. doi:10.3389/fphys.2016.00164.
- Guthold, R., Cowan, M., Autenrieth, C., Kann, L., & Riley, L. (2010). Physical activity and sedentary behavior among schoolchildren: a 34 country comparison. *Journal of Pediatrics*, 157(1), 43-49
- Hind, K., & Burrows, M. (2007). Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: A review of controlled trials. *Bone*, 40(1), 14-27.
- Janz, K.F., Dawson, J.D., & Mahoney LT. (2002). Increases in physical fitness during childhood improve cardiovascular health during adolescence: the Muscatine study. *International Journal of Sport Medicine*, 23(S1), 15-21.
- Kwon, S., Janz, K.F., Letuchy, E.M., Burns, T.L., & Levy, S.M. (2015). Developmental trajectories of physical activity, sports and television viewing during childhood to young adulthood: Iowa bone development study. *JAMA Pediatric*, 169(7), 666-672.
- Lesinski, M., Prieske, O., & Granacher, U. (2016). Effect and dose-response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13) 781-795.
- Lloyd, R.S., Faigenbaum, A.D., Stone, M.H., Oliver, J.L., Jeffreys, I., Moody, J.A.,... Myer, G.D. (2014). Posicionamiento sobre el entrenamiento de fuerza en jóvenes. Consenso Internacional de 2014. *Archivos de Medicina del Deporte*, 31(2), 111-124.
- Lloyd, R.S., Faigenbaum, A.D., Stone, M.H., Oliver, J.L., Jeffreys, I., Moody, J.A.,... Myer, G.D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 498-505.
- Lloyd, R.S., Oliver, J.L., Faigenbaum, A.D., Howard, R., de Ste Croix, M., Williams, C.A.,...Myer, G.D. (2015). Long-term athletic development- part 1: a pathway for all youth. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1439-1450.
- Lobstein, T., Baur, L., Uauy, & R. (2004). Obesity in children and Young people: A crisis in public health. *Obesity Review*, 5, S4-S104. doi:10.1111/j.1467-789X.2004.00133.x.
- Lopes, V., Rodrigues, L., Maia, J., & Malina R. (2011). Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(5), 663-669.
- Lopes, W.A., Leiter, N., da Silva, L.R., Brunelli, D.T., Gáspari, A.F., Radominski, R.B.,...Cavaglieri, C.R. (2016). Effects of 12 weeks of combined training without caloric restriction on inflammatory markers in overweight girls. *Journal of Sports Science*, 34(20), 1902-1912.
- Malina, R. (2006). Weight training in youth-growth, maturation and safety: an evidenced based review. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 16(6), 478-487.
- Martínez, J.R., Villarino, A., García, R.M., Calle, M.E., & Marrodán, M.D. (2013). Obesidad infantil en España: hasta qué punto es un problema de salud pública o sobre la fiabilidad de las encuestas. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 33(2):80-8
- McCormack, S.E., McCarthy, M.A., Harrington, S.G., Farilla, L., Hrovat,

- M.I., Systrom, D.M., ... Fleischman, A. (2014). Effects of exercise and lifestyle modification on fitness, insulin resistance, skeletal muscle oxidative phosphorylation and intramyocellular lipid content in obese children and adolescents. *Pediatric Obesity*, 9(4), 281-291.
- Mears, R., & Jago, R. (2016). Effectiveness of after-school interventions at increasing moderate-to vigorous physical activity levels in 5-to 18-years old: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, doi: 10.1136/bjsports-2015-094976.
- Meylan, C.M., Cronin, J.B., Oliver, J.L., Hopkins, W.G. and Contreras, B. (2014). The effect of maturation on adaptations to strength training and detraining in 11-15-years-old. *Scandinavian Journal of Medicine Science and Sports*, 24:e156-e164.
- Moliner-Urdiales, D., Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Jiménez-Pavón, D., Vicente-Rodríguez, G., Rey-López, J.P., ... Moreno, L.A. (2010). Secular trends in health-related physical fitness in Spanish adolescents: the AVENA and HELENA studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(6), 584-588.
- Murphy, I.R., Button, D.C., Chaouachi, A., & Behm, D.G. Prepubescent males are less susceptible to neuromuscular fatigue following resistance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 114:825-835.
- Myer, G., Quatman, C., Khoury, J., Wall, E.J., & Hewett, T.E. (2009). Youth vs adult «weightlifting» injuries presented to United States emergency rooms: accidental vs non-accidental injury mechanisms. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2054-2060.
- Myer, G.D., Faigenbaum, A.D., Chu, D.A., Falkel, J., Ford, K.R., Best, T.M., & Hewett, T.E. (2011). Integrative training for children and adolescents: techniques and practices for reducing sports-related injuries and enhancing athletic performance. *The Physician Sportsmedicine*, 39(1), 74-84.
- Myer, G.D., Faigenbaum, A.D., Ford, K.R., Best, T.M., Bergeron, M.F., & Hewett, T.E. (2011). When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries in youth? *Current Sports Medicine Reports*, 10(3), 155-166.
- Noriega, M.J., Jaén, B., Santamaria, A., Amigo, M.T. Antolín, O., Micó, C... Rivas, P.M. (2015). Hábitos sedentarios en adolescentes escolarizados de Cantabria. *Retos*, 27:3-7.
- Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Castillo, M.J., & Sjörström M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32, 1–11
- Ortega, F.B., Silventoinen, K., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2012). Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. *British Medical Journal*, 345, e7279.
- Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34(6), 766-786.
- Poitras, V.J., Gray, C.F., Borghese, M.M., Carson, V., Chaput, J.P., Janssen, I... Tremblay, M.S. (2016). Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, & Metabolism*, 41(S3), S197-S239.
- Robertson, R., Goss, F., Aaron, D., Gairola, A., Lowallis, R., Liu, Y., Randall, C., Tessmer, K., Schnorr, T., Schroeder, A., & White, B. (2008). One repetition maximum prediction models for children using the OMNI RPE scale. *Journal of Strength Conditioning Research*, 22(1), 196–201.
- Ruiz, J.R., Sui, X., Lobelo, F., Morrow, J.R. Jr., Jackson, A.W., Sjörström, M., & Blair, S.N. (2008). Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. *British Medical Journal*, 337, a439.
- Runhaar, J., Collard, D.C.M., Singh, A.S., Kemper, H.C.G., van Mechelen, W., & Chinapaw, M. (2009). Motor fitness in Dutch youth: Differences over a 26-year period (1980-2006). *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 323-328.
- Sánchez-Cruz, J.J., Jiménez-Moleón, J.J., Fernández-Quesada, F., & Sánchez, M.J. (2013). Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Revista Española de Cardiología*, 66(5), 371-376.
- Schranz, N., Tomkinson, G., Parletta, N., Petkov, J., & Olds, T. (2014). Can resistance training change the strength, body composition and self-concept of overweight and obese adolescent males? A randomized controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, 48(20), 1482-1488.
- Seefeldt, V. (1980). Developmental motor patterns: Implications for elementary school physical education. In: C. Nadeau, C. Holliswell, K. Newell, & G. Roberts (Eds.), *Psychology of motor behavior and sport*. Champaign IL: Human Kinetics (pp.314-323).
- Serra, L.L., Ribas, L., Aranceta, J., Pérez, C., Saavedra, P., & Peña, L. (2003). Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del estudio enKid (1998-2000). *Medicina Clínica*, 121(19), 725-732.
- Serra-Majem, L.L., Aranceta, J., Pérez-Rodrigo, C., Ribas-Barba, L., & Delgado-Rubio, A. (2006). Prevalence and determinants of obesity in Spanish children and young people. *British Journal of Nutrition*, 96(1), S67-S72.
- Smith, J.J., Eather, N., Morgan, P.J., Plotnikoff, R.C., Faigenbaum, A.D., & Lubans, D.R. (2014). The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 44(9), 1209-1223.
- Stodden, D., Goodway, J., Langendorfer, S., Robertson, M.A., Rudisill, M.E., Garcia, C., & Garcia, L.E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, 60(2), 290-306.
- Stoner, L., Rowlands, D., Morrison, A., Credeur, D., Hamlin, M., Gaffney, K., ... Matteson, A. (2016). Efficacy of exercise intervention for weight loss in overweight and obese adolescents: Meta-analysis and implications. *Sports Medicine*, [Epub ahead of print].
- Telama, R., Yang, X., Leskinen, E., Kankaanpää, A., Hirvensalo, M., Tammelin, T., Viikari, J.S., & Raitakari, O.T. (2014). Tracking of physical activity from early childhood through youth into adulthood. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(5), 955-962.
- Ten Hoor, G.A., Plasqui, G., Ruitter, R.A.C., Kremers, S.P.J., Rutten, G.M., Schols, A.M.W.J., & Kok, G. (2016). A new direction in psychology and health: Resistance exercise training for obese children and adolescents. *Psychology & Health*, 31(1), 1-8.
- Timpka, S., Petersson, I.F., Zhou, C., & Englund, M. (2014). Muscle strength in adolescent men and risk of cardiovascular disease events and mortality in middle age: a prospective cohort study. *BMC Medicine*, 12, 62 doi:10.1186/1741-7015-12-62.
- United States Department of Health and Human Services. Book physical activity guide for Americans. City: 2008. Physical activity guidelines for Americans. www.health.gov/paguidelines. [ACCEDIDO:] 01 Septiembre 2016.
- US Department of Health and Human Services. (2012). Youth risk behavior surveillance United States 2012. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 61, 35-36.
- Valero, F.J.R., Gualteros, J.A., Torres, J.A., Espinosa, L.M.U., & Ramírez-Vélez, R. (2015). Asociación entre el desempeño muscular y el bienestar físico en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. *Nutrición Hospitalaria*, 32(4), 1559-1566.
- VandenBerg, P., Neumark-Sztainer, D., Carfri, G., & Wall, M. (2007). Steroid use among adolescents: longitudinal findings from Project EAT. *Pediatrics*, 119(3), 476-486.
- Warburton, D.E., Nicol, C.W., & Bredin, S.S. (2006). Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal*, 174(6), 801–809.
- Watts, K., Jones, T.W., Davis, E.A., & Green, D. (2005). Exercise training in obese children and adolescents. *Sports Medicine*, 35(5), 375-392.
- Winsley, R., & Matos, N. (2011). Overtraining and elite Young athletes. *Medicine Sport Science*, 56, 97-105.
- Woo, J., Shin, K.O., Yoo, J.H., Park, S., & Kang, S. (2012). The effects of detraining on blood adipokines and antioxidant enzyme in Korean overweight children. *European Journal of Pediatrics*, 171:235-243.
- World Health Organization. Interim report of the Commission on ending childhood obesity. Geneva: World Health Organization; 2015.
- Zaqout, M., Wyncke, K., Moreno, L.A., De Miguel-Etavo, P., Lauria, F., Molner, D., ... Michels, N. (2016). Determinant factors of physical fitness in European children. *International Journal of Public Health*, 61(5), 573-582.
- Zaricznyj, B., Shattuck, L., Mast, T., Robertson, R., & D'Elia G. (1980). Sports-related injuries in school-aged children. *American Journal of Sports Medicine*, 8(5), 318-324.