

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática.
Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática

Effects of Pediatric Resistance Training on health parameters in children: a systematic review

Víctor Manuel Valle Muñoz¹; Pepe Vanaclocha Amat²; Emilio Villa González³

^{1,3}Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte, Universidad de Granada

²Facultad de Magisterio, Universitat de València

Autor de correspondencia: peva2@alumni.uv.es

Cronograma editorial: *Artículo recibido* 07/02/2022 *Aceptado:* 04/04/2022 *Publicado:* 01/05/2022
<https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia:

Valle-Muñoz, V.M., Vanaclocha-Amat, P. y Villa-González, E. (2022). Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. *Sportis Sci J*, 8 (2), 283-308 <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Contribución específica de los autores: *Introducción:* (Valle-Muñoz, V.M. y Vanaclocha-Amat, P.). *Metodología:* Valle-Muñoz, V.M., Vanaclocha-Amat, P. y Villa-González, E. *Resultados:* Valle-Muñoz, V.M., y Villa-González, E. *Discusión:* Valle-Muñoz, V.M. y Vanaclocha-Amat, P. *Conclusión:* Valle-Muñoz, V.M. y Vanaclocha-Amat, P. *Supervisión de todo el proceso:* Villa-González, E. *Modificaciones tras las sugerencias de los revisores:* Valle-Muñoz, V.M., Vanaclocha-Amat, P. y Villa-González, E

Financiación: No hubo financiación

Consentimiento informado participantes del estudio: No procede

Conflicto de interés Los autores no señalan ningún conflicto de interés.

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática.
Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Resumen

La inactividad física, cada vez más frecuente entre los niños y las niñas, está asociada a diferentes problemas de salud, entre ellos, la dinapenia pediátrica, caracterizada por bajos niveles de aptitud muscular. Esto suscita la necesidad de implantar programas de Entrenamiento de Fuerza Pediátrico (EFP) para mejorar la salud en esta población. Este trabajo tiene como principal objetivo realizar una revisión sistemática sobre las principales investigaciones que abordaron los efectos de un programa de EFP sobre diferentes parámetros de salud en niños y niñas de 6 a 13 años. Se ha seguido el protocolo PRISMA utilizándose 5 bases de datos (Web of Science, Scopus, Sportdiscus, PubMed y ERIC). Los resultados obtuvieron un total de 587 artículos, de los cuales 13 cumplieron los criterios de inclusión y exclusión. Tras el análisis de los 13 artículos, los resultados muestran que el efecto de las intervenciones de EFP en niños mostró mejoras sustanciales en diferentes parámetros antropométricos (composición corporal, IMC, circunferencia de la cintura y densidad mineral ósea), y en menor medida en variables fisiológicas (presión arterial y perfil lipídico) y psicológicas (autoconcepto y autoestima). Se concluye que los programas de EFP parecen establecerse como un tratamiento no farmacológico adecuado para mejorar determinados parámetros de salud antropométricos, precisando más investigación para determinar el efecto sobre variables fisiológicas y psicológicas.

Palabras clave

Entrenamiento de fuerza; dinapenia pediátrica; salud; inactividad física; niños.

Abstract

Physical inactivity, increasingly common among children, is associated with different health problems, including pediatric dynapenia, characterized by low levels of muscle fitness. This raises the need to implement Pediatric Resistance Training (PRT) programs to improve health in this population. The main objective of this work is to investigate the efficacy of PRT-based interventions on different health parameters in boys and girls aged 6 to 13 years. The PRISMA protocol has been followed, using a total of 5 databases (Web of Science, Scopus, Sportdiscus, PubMed and ERIC). The results obtained a total of 587 articles were obtained, of which 13 met the inclusion and exclusion criteria. Following the analysis of the 13 articles, the results show that the effect of PRT interventions in children showed substantial improvements in different anthropometric parameters (body composition, BMI, waist circumference and bone mineral density), and to a lesser extent in physiological (blood pressure and lipid profile) and psychological (self-concept and self-esteem) variables. It is concluded that PRT programs seem to be established as a suitable non-pharmacological treatment to improve certain anthropometric health parameters, with further research needed to determine the effect on physiological and psychological variables.

Keywords

Resistance training; pediatric dynapenia; health; physical inactivity; children.

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática.
Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Fundamentación

La inactividad física en la población infanto-juvenil está aumentando en todo el mundo y, actualmente, según un estudio realizado por Aubert et al., (2018) que evaluó el nivel de actividad física (AF) en niños y jóvenes (5-17 años) en un total de 49 países con diferentes niveles de desarrollo, sólo un 34%-46% de los niños y jóvenes cumplen con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de, al menos, 60 minutos diarios de actividad física moderada-vigorosa (AFMV). Más recientemente, Guthold et al. (2020), en un estudio con 1,6 millones de niños y jóvenes (11-17 años), observaron que más del 80% no cumplen con estas recomendaciones. Estos bajos niveles de AF están asociados a diferentes problemas de salud, como un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, la disfunción metabólica y el aumento de la obesidad (DeFina et al., 2015; Faigenbaum y Geisler, 2021; Suder y Chrzanowska, 2013).

Por otra parte, vinculado a este descenso de AF, estudios recientes indican que la fuerza muscular (FM) en los niños y jóvenes de hoy en día son más bajas que en las generaciones anteriores (Chulvi-Medrano et al., 2020; Faigenbaum et al., 2019; Sandercock et Cohen, 2019; Tomkinson et al., 2021). Estos niveles bajos de FM se asocian a una competencia motora deficiente, a limitaciones funcionales y a resultados de salud adversos (García-Hermoso et al., 2019; Smith et al., 2014).

Otra de las consecuencias de la inactividad física en la población infanto-juvenil, es lo que se conoce como la triada de la inactividad pediátrica (Faigenbaum, et al., 2020), formada por tres conceptos interrelacionados entre sí, pero diferentes: la dinapenia pediátrica, una condición caracterizada por niveles bajos de fuerza y potencia muscular y las consiguientes limitaciones funcionales musculares en niños y jóvenes; bajos niveles de alfabetización física, referente a la falta de confianza, competencia motriz y motivación para realizar AF con interés y entusiasmo; así como el trastorno por déficit de ejercicio, que describe una condición de niveles reducidos de APMV.

Por el contrario, la práctica regular de APMV en niños y jóvenes, está asociada a mejoras en la salud cardiometabólica, la composición corporal, el rendimiento académico

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática.
Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

y la calidad de vida relacionada con la salud (Piercy et al., 2018). Además, hallazgos recientes indican que el entrenamiento de la fuerza también se ha asociado con beneficios positivos para la salud física y mental en jóvenes (Collins et al., 2019; Drenowatz y Greier, 2018; Padilla-Molero et al., 2012 y Santos et al., 2012).

Para contrarrestar los perjuicios de la inactividad física y maximizar los beneficios de la práctica de AFMV, en el Consenso Internacional sobre el Entrenamiento de Fuerza en jóvenes (Lloyd et al., 2014) se recoge que, tanto la OMS (2010) como otras Agencias Públicas de la Salud, como la United States Department of Health and Human Services (Piercy et al., 2018) o el Department of Health, Physical Activity, Health Improvement and Protection (2011), recomiendan para los niños y jóvenes, en un rango de edad de 5-17 años, la realización de 60 minutos diarios o más de AFMV. Además de actividades vigorosas que refuercen músculos y huesos, como mínimo, tres veces por semana (Bull et al., 2020).

En la última década, se ha mostrado especial interés en el entrenamiento de fuerza entre la población infanto-juvenil y su relación con diversos parámetros de la salud, demostrando que los programas de entrenamiento de fuerza pediátrico (EFP) son un método seguro y eficaz para el aumento de la aptitud cardiovascular, la composición corporal, la densidad mineral ósea, los perfiles lipídicos en sangre, la resistencia a la insulina y la salud mental (Faigenbaum et al., 2015; Smith et al., 2014 y Stricker et al., 2020), así como para la mejora de la aptitud muscular y el rendimiento motor en niños y adolescentes (Benson et al., 2007; Casas et al., 2018; Lesinski et al.; Lloyd et al., 2014; Stricker et al., 2020). Sin embargo, la mayoría de los estudios incluyen el periodo de la adolescencia y son pocos los que se centran únicamente en EFP en los niños y niñas <13 (Villa-González, et al., 2022).

Por esta razón, el objetivo de esta revisión sistemática fue investigar la eficacia de los programas de EFP sobre determinados parámetros de salud antropométricos (composición corporal, IMC, circunferencia de la cintura y densidad mineral ósea), fisiológicos (presión arterial y perfil lipídico) y psicológicos (autoconcepto y autoeficacia) en niños y niñas de 6 a 13 años.

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática.
Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Método

Se realizó una revisión sistemática de acuerdo con las recomendaciones y criterios de la declaración PRISMA (Moher et al, 2009) para la elaboración y orientación de revisiones sistemáticas y metaanálisis.

Procedimiento de búsqueda

Los procedimientos de búsqueda se basaron en las palabras clave y operadores booleanos: (“resistance training” OR “strength training” OR “weight training” OR “resistance exercise”) AND (“child” OR “children” OR “schooler” OR “preadolescent” OR “kid” OR “childhood” OR “schoolchildren”) AND (“BMI” OR “waist circumference” OR “body composition” OR “blood pressure” OR “hypertension” OR “hdl” OR “ldl” OR “cholesterol” OR “bone density” OR “bone mineral density” OR “psychosocial” OR “psychological”) establecidos por los autores y consultados a través de los tesauros de dichas bases de datos. La combinación de estas palabras clave se insertaron en las bases de datos electrónicas de Web of Science, Scopus, Sportdiscus, PubMed, y ERIC, y búsquedas manuales en *ResearchGate*. Se estableció un límite temporal desde el año 2005 hasta diciembre de 2021, no incluyéndose estudios posteriores a este período. La búsqueda en las bases de datos se realizó desde el 24 de enero hasta el 28 de diciembre de 2021.

Criterios de selección

Los criterios de inclusión se establecieron siguiendo la estrategia PICO que se recoge en la declaración PRISMA: P (Población): niños y niñas en edades comprendidas entre los 6 y 13 años. La selección de este límite de edad se debe principalmente a que este criterio de edad está recomendado por el Consenso Internacional sobre el Entrenamiento de Fuerza (Lloyd et al., 2014); I (Intervención): programa de entrenamiento de fuerza para la mejora de la salud superior a 2 semanas en contextos escolares o deportivos; C (Comparación): grupo experimental que recibió el tratamiento con o sin grupo control; O (Resultado): evaluación de al menos un parámetro saludable tras finalizar la intervención; S (Tipo de estudio): ensayos aleatorizados controlados (ECA) y ensayos cuasi-experimentales (ECE).

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática.
Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Los criterios de exclusión que se tomaron en cuenta en esta revisión fueron: 1) artículos de revisión (metaanálisis, revisiones sistemáticas y revisiones narrativas), 2) Tipos de muestra (documentos científicos que abordasen parámetros saludables en EFP, pero sin ser niños y niñas de 6 a 13 años) y 3) tipos de protocolos de entrenamiento (como el entrenamiento concurrente que combina en una misma programación de entrenamiento, la fuerza y la resistencia) 4) artículos duplicados.

Proceso de extracción de datos

La búsqueda fue realizada de forma independiente por dos autores, con la estrategia de búsqueda presentada a través de las bases de datos mencionadas anteriormente. Se seleccionaron aquellos artículos que su título y/o resumen cumplieran con los criterios de elegibilidad. Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión con rigurosidad en los artículos seleccionados a su texto completo y, por último, se incluyeron aquellos que eran pertinentes para su revisión y síntesis final. Tras la selección definitiva, se registró la información más relevante de dichos estudios en la tabla 1, donde se extrajo los siguientes datos de cada artículo seleccionado para la revisión: 1) autores relevantes de cada estudio, 2) diseño de la investigación llevada a cabo, si ha sido un ensayo aleatorizado controlado (ECA) o estudio cuasi-experimental (ECE), 3) muestra extraída de los participantes de cada estudio 4) edad de los sujetos, 5) la duración del programa de entrenamiento, con un mínimo de 2 semanas, 6) programa de entrenamiento donde se recogió la frecuencia, intensidad y volumen del entrenamiento, 7) descripción del entrenamiento en cuanto al tipo de entrenamiento, el material y ejercicios utilizados, 8) resultados de las variables estudiadas y 9) escala PEDro.

Riesgo de sesgo

Se evaluó la calidad de los distintos estudios utilizando la escala de Physiotherapy Evidence Database (PEDro). La escala de PEDro puntúa la existencia de indicadores de calidad presentada como 1 punto y la ausencia de dichos indicadores como 0 puntos, hasta una puntuación máxima de 11 puntos. Una puntuación de > 6 representará unos estudios con bajo riesgo de sesgo.

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática.
Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Resultados

En la primera etapa de la estrategia de búsqueda, se identificaron un total de (n = 587) artículos. En la segunda etapa, después de la eliminación de duplicados, un total de (n = 476) artículos fueron examinados por título y resumen, y se excluyeron 437 artículos. En la tercera etapa, se revisaron en profundidad 39 artículos de texto completo y se excluyeron (n =28) estudios por diferentes razones justificadas. Finalmente, tras la aplicación de los estándares de la metodología PRISMA, un total de 13 estudios sobre entrenamiento de fuerza en niños/as cumplieron con los criterios de inclusión (Figura 1).

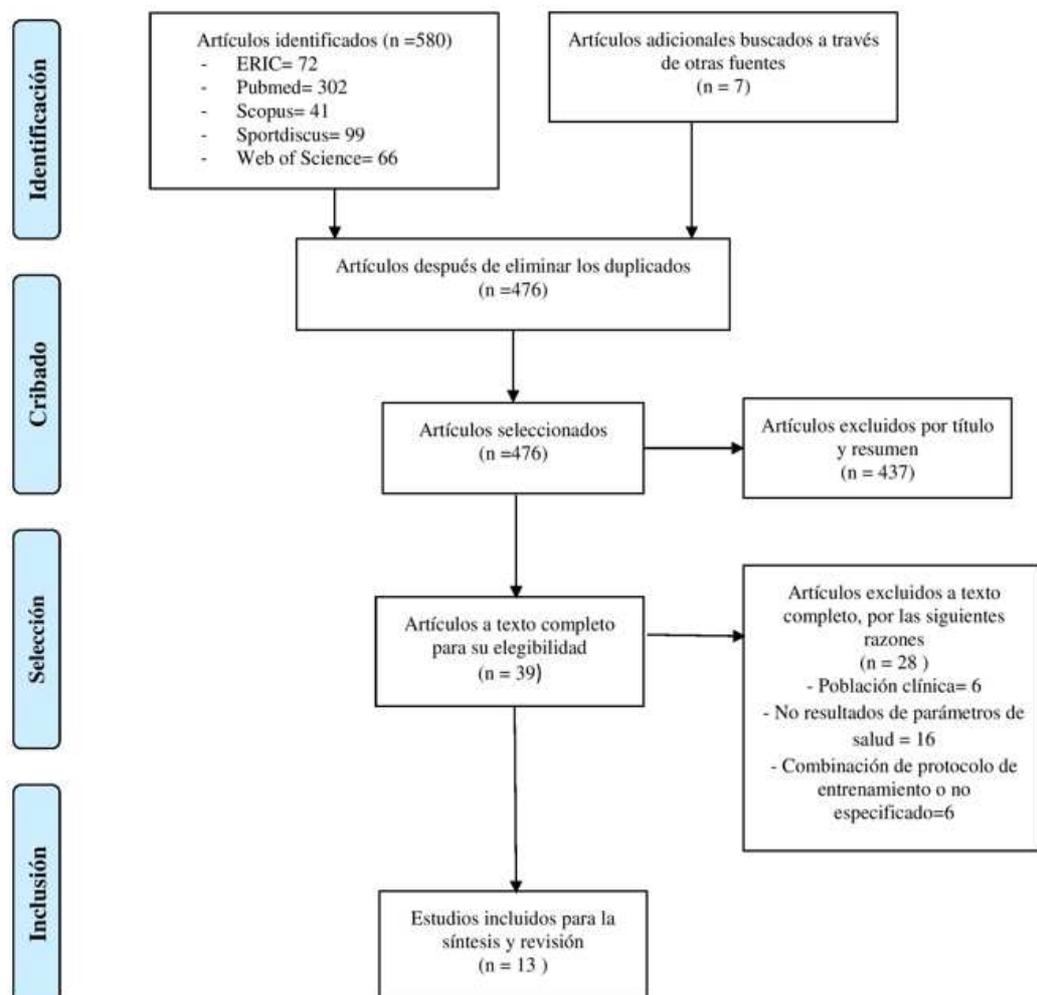


Figura 1: Diagrama de flujo PRISMA

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

En la tabla I se relacionan los 13 artículos seleccionados sobre los parámetros de salud en el entrenamiento de fuerza en niños/as de 6 a 13 años.

Tabla 1. Descripción de los principales artículos seleccionados para la elaboración de la revisión

Autores	Diseño	Muestra	Edad	Duración	Programa de entrenamiento (frecuencia, intensidad y volumen)	Descripción del programa	Resultados de las variables estudiadas	PEDR
(Yu et al., 2005)	ECA (intergrupos e intragrupos)	N= 82 IMC \geq 85 GC (solo dieta): n= 41 GE (EF+dieta): n= 41 T: I y II	8 a 11 años (10,4 años)	6	3 sesiones por semana (75´) 75% 10 RM aumentado de forma progresiva 90% RM 1x20 RM (9 ejercicios) 1 ejercicio de agilidad y 1 ejercicio aeróbico.	CEF: Ejercicios para todos los grupos musculares de propio peso corporal, mancuernas y máquinas de pesas.	Intergrupo: *DMO (p<0.05) Intragrupo: *GrasaC (p<0.05) ***MCM (p<0.001) n.s.IMC (p>0.05) *** DMO (p<0.001)	8
(Yu et al., 2008)	ECA (entergrupos)	N=82 (54 niños y 28 niñas) IMC: \geq 85 GC (solo dieta): N=41 GE (dieta + EF): N=41 T: I y II	8 a 11 años (10,5 años)	6	3 sesiones por semana (75´) 75% 10 RM aumentado de forma progresiva 1x20 RM (8 ejercicios) 1 ejercicio de agilidad y 1 ejercicio aeróbico.	CEF: Ejercicios para todos los grupos musculares de propio peso corporal, mancuernas y máquinas de pesas.	***IMC (p<0.01) n.s. MCG (p>0.05) *** MCM (p<0.001) * GrasaC (p<0.05) **Confianza de la fuerza **Confianza de la resistencia n.s. Auto-concepto global (p>0.05)	8
(Naylor et al., 2008)	ECE (intragrupos)	N= 23 IMC >30kg/m2 GC:10 GE:13	12, 2 años	8	3 días a la semana (60´) α 75-RM aumento progresivo α 90% RM 2x8 (10 ejercicios) 1´ de descanso entre ejercicios	CEF: máquinas de pesas con un total de 10 ejercicios con todos los grupos musculares.	* PAS (p< 0.05) n.s. PAD (p> 0.05) n.s. IMC (p>0.05) * CP (p< 0.05) *MCM (p< 0.05) ** GrasaC (p< 0.01)	5

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022.

<https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

ECA: Ensayo Controlado Aleatorizado; ECE: Ensayo Cuasi-experimental; GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental; EF: Entrenamiento de Fuerza; RM: Repetición Máxima; IMC: Índice de Masa Corporal; PAS: Presión Arterial Sistólica; PAD: Presión Arterial Diastólica; CP: Composición Corporal; MCG: Masa Corporal Grasa; MCM: Masa Corporal Magra; DMO: Densidad Mineral Ósea; GrasaC: Grasa Corporal; CEF: Circuito de Entrenamiento de Fuerza; T: Escala Tanner. *** p<0.001 **p>0.01 *p>0.05 n.s.: no significativo.

Tabla 1.

Autores	Diseño	Muestra	Edad	Duración	Programa de entrenamiento (frecuencia, intensidad y volumen)	Descripción del programa	Resultados de las variables estudiadas	P E D r o
(Sgro, McGuigan, Pettigrew et Newton, 2009)	ECA (intragrupo)	N=31 (15 niños y 16 niñas) IMC \geq 85 G8S: n=6 (4 niños y 2 niñas) Entreno 8 s G16S: n=9 (3 niños y 6 niñas) Entreno 16 s G24S: n=16 (8 niños y 8 niñas) Entreno 24 s T: I y II	7 a 12 años	8-24	3 días a la semana (45-60') 1-8 s:3x6-8 RM 9-16 s:3x4-6 RM 17-24 s: 3x3-5 RM	EFT: ejercicios con todos los grupos musculares de propio peso corporal, bandas elásticas, balones medicinales y bolsas pesadas.	G8S: n.s. IMC n.s. DMO n.s. MCM *MCG (p<0.021) G16S: n.s. IMC *** DMO (p<0.001) **MCM (p<0.002) **MCG (p<0.012) G24S: n.s. IMC ** DMO (p<0.004) ***MCM (p<0.001) ***MCG (p<0.001)	7
(McGuigan, Tatasciore, Newton et Pettigrew, 2009)	ECE (intragrupo)	N= 48 (n=26 niñas y 22 niños) IMC \geq 85 T: I y II	7 a 12 años (9,7 años)	8	3 días a la semana Día 1: 3x8-10RM (8 ejercicios y 90'' de descanso entre ejercicio) Día 2: 3x 10-12 RM (8	EFT: ejercicios para todos los grupos musculares con mancuernas, bandas elásticas, balones medicinales y máquinas de pesas.	**GrasaC (p< 0.003) *MCM (p<0.05) n.s. IMC (p>0.05) n.s. DMO (p>0.05)	6

					ejercicio y 60'' de descanso entre ejercicio) Día 3: 3x3-5 RM (8 ejercicios y 3' de descanso entre ejercicios)			
(Lau et al., 2010)	ECE (intragrupo)	N= 18 (5 niñas, 13 niños) IMC \geq 85	Edad media 6 años 12,45 años	6	3 días a la semana (60') 75-85% 1-RM 3x5-8 (10 ejercicios) Descanso entre serie 3-5'	EFT: ejercicios para todos los grupos musculares con máquinas de pesas.	n.s. MCG (p>0.05) d=0.01 n.s. MCM (p>0.05) d= 0.02 n.s. IMC (p>0.05) d= 0.02 ***DMO (p<0.001) d= 0.14 *CC (p< 0.05) d=0.05 **CCD (p<0.01) d=0.17	6

ECA: Ensayo Controlado Aleatorizado; ECE: Ensayo Cuasi-experimental; GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Control; G8S: Grupo de 8 semanas; G16S: Grupo de 16 semanas; G24S: Grupo de 24 semanas; S: semanas; EF: Entrenamiento de Fuerza; RM: Repetición Máxima; IMC: Índice de Masa Corporal; CP: Composición Corporal; MCG: Masa Corporal Grasa; MCM: Masa Corporal Magra; DMO: Densidad Mineral Ósea; GrasaC: Grasa Corporal; EFT: Entrenamiento de Fuerza Tradicional; CEF: Circuito de Entrenamiento de Fuerza; T: Escala Tanner. *** p>0.001 **p>0.01 *p>0.05 n.s.: no significativo.

Tabla 1.

Autores	Diseño	Muestra	Edad	Duración	Programa de entrenamiento (frecuencia, intensidad y volumen)	Descripción del programa	Resultados de las variables estudiadas	P E D r o
(Vasquez et al., 2013)	ECE (intra e inter grupo)	N=120 IMC: \geq 95 GE1: N=60 (con EF 0-3 meses + educación alimentaria) GE2: N=60 (con EF 3-6 meses después de la educación alimentaria) T: I y II	8 a 13 años (11,7 años)	16	3 veces a la semana (45') 1-2-3: 1' de ejercicio conducente a la fatiga – 2' de descanso- repetido en 3 ocasiones.	EFT: mancuernas y propio peso corporal para todos los grupos musculares. GE1: EF + PEDA 3 primeros meses GE2: EF 3 meses posteriores	(0-3 meses: GE1 con EF + EDA vs GE2 sin EF + EDA) Intergrupo ***IMC (p<0.001) ***CC (p<0.001) ***GrasaC en niños (p<0.001) ***GrasaC en niñas (p<0.001) Intragrupos *CC (p<0.02) *TG (p<0.04) ***HDL (p<0.001) n.s. PA (p>0.05) (3-6 meses: GE1 sin EF vs GE2 con EF) Intergrupo *IMC (p<0.04)	
(Alberga, Farnesi, Lafleche, Legault et al., 2013)	ECA (intragrupo y entergrupo)	N=19 IMC: \geq 85 GE: 12 (7 niños y 5 niñas)	8 a 12 años	12	2 días a la semana (75') 65-85% RM 1x8-15 RM	EFT: ejercicios para todos los grupos musculares con mancuernas, balones medicinales y máquinas de pesas	Intragrupos: *MCM piernas (p<0.05) *MCM tronco (p<0.05) *MCM brazos (p<0.05)	

Komorowski, 2013	o)	GC: 7 (6 niños y 1 niña)	T: I	*MCM total (p<0.05) *MCG índice (p<0.05) n.s IMC (p>0.05) Intergrupo: *MCM piernas (p<0.05)	7
-------------------------	----	--------------------------	------	---	---

ECA: Ensayo Controlado Aleatorizado; ECE: Ensayo Cuasi-experimental; GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental 1; GE2: Grupo Experimental 2; EF: Entrenamiento de Fuerza; RM: Repetición Máxima; IMC; Índice de Masa Corporal; TG: Triglicéridos; HDL: Lipoproteínas de Alta D; MCG: Masa Corporal Grasa; MCM: Masa Corporal Magra; DMO: Densidad Mineral Ósea; GrasaC: Grasa Corporal; CC: Circunferencia de la Cintura; CCD: Circunferencia de la Cadera; EFT: Entrenamiento de Fuerza Tradicional; T: Escala Tanner. *** p>0.001 **p>0.01 *p>0.05 n.s: no significativo

Tabla 1.

Autores	Diseño	Muestra	Edad	Duración	Programa de entrenamiento (frecuencia, intensidad y volumen)	Descripción del programa	Resultados de las variables estudiadas	P E D r o
(Cunha et al., 2015)	ECA (intragrupos)	N=18 IMC: <85 GC: N=9 (sin EF) GE: N=9 (con EF) T: I	10 a 12 años	12	3 días a la semana (α60°) 60-80% RM Descanso entre serie de 60-90 segundos 1-4: 3x15 (60%RM) 5-8: 3x10-12 (70%RM) 9-12: 3x6-8 (80%RM)	EFT: ejercicios para todos los grupos musculares con máquinas de peso y propio peso corporal	Intragrupo: * MCG (p<0.05) d=0.14 *MCM (p<0.05) d=0.35 ** DMO (p<0.05) d=0.31 n.s. GrasaC (p>0.05) d=-0.08	7
(Yu et al., 2016)	ECA (intragrupos)	N=38 (25 niños y 13 niñas) IMC: > 40 y <60 (peso normal) GC: N=19 (6 niñas y 13 niños) Edad media 12, 1 años GE: N= 19 (7 niñas y 12 niños) IMC: ≥ 40 y ≤60	11 a 13 años (12,1 años)	10	2 días a la semana (α60°) 1-4:3x12 RM (13 ejercicios y 16'' de descanso entre cada serie) 4-10: 4x12 RM	EFT: ejercicios para todos los grupos musculares con máquinas de peso, propio peso corporal, sacos de arena, bandas elásticas y balones fitness.	Intragrupo *IMC (p<0.048) n.s. GrasaC (p>0.05) ***MasaM (p<0.001) n.s.PAS (p> 0.05) n.s. PAD (p> 0.05) *CT (p< 0.025) n.s.HDL(p>0.05) ***LDL (p< 0.001) n.s TG (p> 0.05)	8

		T: II							
(Ramezani, Gaeini, Hosseini, Mohammedi y Mohammedi, 2017)	ECA (intergrupos)	N=60 IMC: 30-35 kg/m ² GC: N= 15 (no realizó EF) GE1: N=15 (realizó EA) GE2: N= 15 (realizó EF) GE3: N= 15 (ambos entrenos)	8 a 12 años (10,5 años)	8	4 días a la semana ($\alpha 60^\circ$) 50-75% RM 3x8 RM (5 ejercicios) 1' de descanso entre series	EFT: ejercicios para todos los grupos musculares con mancuernas y máquinas de peso.	GE2 con respecto al GC ***IMC (p>0.001) ***CT(p>0.001) ***TG (p>0.001) ***HDL(p>0.001) ***LDL(p>0.001)		6

ECA: Ensayo Controlado Aleatorizado; ECE: Ensayo Cuasi-experimental; GC: Grupo Control; GE: Grupo Experimental 1; GE2: Grupo Experimental 2; GE3: Grupo Experimental 3; EF: Entrenamiento de Fuerza; RM: Repetición Máxima; IMC: Índice de Masa Corporal; TG: Triglicéridos; HDL: Lipoproteínas de Alta D; CT: Colesterol Total; LDL: Lipoproteínas de Baja Densidad; PAD: Presión Arterial Diastólica; PAS: Presión Arterial Sistólica; GrasaC: Grasa Corporal; MasaM: Masa Magra; EFT: Entrenamiento de Fuerza Tradicional; T: Escala Tanner. *** p>0.001 **p>0.01 *p>0.05 n.s.: no significativo.

Tabla 1.

Autores	Diseño	Muestra	Edad	Duración	Programa de entrenamiento (frecuencia, intensidad y volumen)	Descripción del programa	Resultados de las variables estudiadas	P E D r o
(Thompson et al., 2017)	ECE (intergrupo)	N=25 IMC: <85 GE: N=16 (EF+Pliométrico) GC: N=9	GE:11,8 años GC: 12, 1 años	16	2 días a la semana (90') Pliometría: 3 grupos de ejercicios que rotaron semanalmente (Bloque 1: semana 1,4,7...descanso 60'' entre serie) EF: 3x 5RM	EFP: propio peso corporal CEF:ejercicios para todos los grupos musculares con máquinas de pesas, barras y propio peso corporal	* GrasaC (p<0.03) n.s. MCG (p>0.05) n.s. MCM (p>0.05)	5
		T: I y II						6
(Mullane, Bocchicchi y Crespo, 2017)	ECA (intragrupo)	N=20 (2 niñas y 18 niños) T: I	6 a 11 años (10,5 años)	8	2 días a la semana (45') EF a baja velocidad para lograr una alta intensidad 1-2: 60s repe (con: 2-3s y excen: 2-3s) 3-4: 70s repe (con:3-4 s y excen: 3-4s) 5-6: 80s (con:4-5s y excen: 4-5s) 7-8: 90s (con: 5-6 s y excen: 5-6s)	EFT: ejercicios para todos los grupos musculares con máquina de pesas y propio peso corporal.	Intragrupo: *GrasaC (p<0.049) ***MCM (p<0.001) **CC (p<0.006) n.s CT (p> 0.05) n.s TG (p> 0.05) n.s LDL (p> 0.05) ** Autoeficacia física (p<0.008)	6

ECA: Ensayo Controlado Aleatorizado; ECE: Ensayo Cuasi-experimental; GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Control; EF: Entrenamiento de Fuerza; RM: Repetición Máxima; IMC: Índice de Masa Corporal; TG: Triglicéridos; LDL: Lipoproteínas de Baja Densidad; CT: Colesterol Total; MCG: Masa Corporal Grasa; MCM: Masa Corporal Magra; DMO: Densidad Mineral Ósea; CC: Circunferencia de la Cintura; GrasaC: Grasa Corporal; EFT: Entrenamiento de Fuerza Tradicional; CEF: Circuito de Entrenamiento de Fuerza; EFP: Entrenamiento de Fuerza Pliométrico; T: Escala Tanner. *** p>0.001 **p>0.01 *p>0.05 n.s.: no significativo.

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Las características de los 13 estudios fueron recogidas en la tabla 1. El análisis incluyó a un total de 584 niños/as en el total de muestras obtenidas. Hubo 403 participantes en los grupos experimentales (tamaño de la muestra 6-60 participantes) y 151 niños/as en los grupos control (tamaño de la muestra 7-19 participantes). La edad de los sujetos osciló de 6-13 años. Los estudios analizados se llevaron a cabo en 7 países diferentes: Australia, Brasil, Canadá, Chile, China, EEUU e Irán.

Todos los estudios cumplieron con los principios de progresión, supervisión y sobrecarga aplicados en los participantes, siguiendo un protocolo individualizado en la realización de las sesiones.

La duración del programa varió de 6-24 semanas, la frecuencia de la intervención osciló entre 2-4 días a la semana, el volumen de las series se mantuvo en la mayoría de los estudios de 1-3 y las repeticiones oscilaron de forma muy diversa desde 5-20 repeticiones, y solo en 5/13 estudios se produjo una variación de las repeticiones debido a la progresión en el entrenamiento. La duración de las sesiones se mantuvo entre 45-90 minutos. El período de descanso de las series se dividió en la mayoría (12/13) de los estudios de un 1-5 minutos, salvo el estudio de Yu et al. (2016) que fueron 10 segundos de descanso. En cuanto a la intensidad del programa, la mayoría (11/13) utilizó el porcentaje de una repetición máxima (RM) para la supervisión y control de los participantes en el programa.

Los materiales utilizados en la intervención de los programas del EFP en la mayoría de los estudios (9/13) fueron las mancuernas, las máquinas de peso libre y ejercicios con el propio peso corporal. Los 4 estudios restantes presentaron una intervención más dinámica aportando diferentes materiales en la ejecución de los ejercicios: bandas elásticas, balones medicinales, sacos pesados.

La mayoría de los estudios (11/13) se basaron en un programa de entrenamiento tradicional de la fuerza con trabajo de los grandes grupos musculares, excepto dos estudios que utilizaron un circuito de entrenamiento y una intervención del trabajo de pliometría con combinación del entrenamiento de fuerza.

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Durante la intervención solo uno de los trece estudios (Vasquez et al., 2013) recibió educación emocional y alimentaria durante tres meses, pero no se realizó ninguna restricción calórica o seguimiento de dieta.

La mayoría de los estudios utilizaron un programa de EFP tradicional con intensidad de moderada ($\leq 75\%$ 1RM) a moderada alta ($\geq 80\%$ 1RM) de una a tres series oscilando las repeticiones entre 5 a 20 repeticiones durante un período entre 6 a 24 semanas para el tratamiento, con un descanso de uno a cinco minutos entre series. Se han encontrado mejoras significativas en parámetros antropométricos (composición corporal, circunferencia de la cintura y densidad mineral ósea), además de mejoras sustanciales en el perfil lipídico pero menos concluyentes en parámetros de presión arterial y psicológicos (autoconcepto y autoestima) en edad pediátrica de 6 a 13 años. Aunque los resultados se deben de abordar con cautela debido a la diversidad entre las muestras, la edad, las variables medidas y la planificación de los entrenamientos, lo que dificulta la comparación entre los mismos.

Siguiendo los criterios de calidad de la escala de PEDro, la presente revisión sistemática cuenta con la mayoría de los estudios (10/13) con bajo nivel de riesgo de sesgo y solo 3 estudios presentan una baja calidad de riesgo de sesgo.

Seis estudios mostraron claramente una asignación aleatoria, pero solo dos de ellos describieron un ocultamiento de la asignación. La mayoría de los estudios no presentaron cegamiento del evaluador, solo uno de los estudios sí lo presentó (Yu et al., 2016).

Discusión

El objetivo de este estudio fue realizar una revisión de la literatura científica existente que abordase programas de EFP sobre determinados parámetros de salud antropométricos (composición corporal, IMC, circunferencia de la cintura y densidad mineral ósea), fisiológicos (presión arterial y perfil lipídico) y psicológicos (autoconcepto y autoeficacia) en niños y niñas de 6 a 13 años. Como principales hallazgos se encuentran que programas de EFP de manera aislada y con intensidades de moderada ($\leq 75\%$ 1RM) a moderada alta ($\geq 80\%$ 1RM) de una a tres series oscilando las repeticiones entre 5 a 20 repeticiones, parece

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

provocar un efecto positivo y significativo sobre variables recogidas en parámetros antropométricos, especialmente, en la composición corporal, circunferencia de la cintura y densidad mineral ósea en niños y niñas sanos o con sobrepeso u obesidad en edades comprendidas entre los 6 y 13 años, además de mejoras sustanciales en el perfil lipídico de los participantes.

Efectos del EFP sobre parámetros de salud antropométricos

11 de los 13 estudios analizados observaron mejoras significativas en la composición corporal, más concretamente en la reducción de grasa corporal (Yu et al., 2005; Yu et al., 2008; Naylor et al., 2008; Sgro et al., 2009; McGuigan et al., 2009; Vasquez et al., 2013; Alberga et al., 2013; Cunha et al., 2015; Yu et al., 2016; Thompson et al., 2017 y Mullane et al., 2017), además 4 de los 13 estudios mostraron reducciones significativas en la circunferencia de la cintura en los jóvenes (Naylor et al., 2008; Lau et al., 2010; Vasquez et al., 2013; Mullane et al., 2017). En este sentido, Yu et al. (2005) llevó a cabo un programa de EFP tradicional de 6 semanas (3 días/semana) en niños/as obesos de entre 8 a 11 años. Después de la intervención, informaron de un aumento significativo de la masa corporal magra (2,4%) y una reducción de la grasa corporal con respecto al grupo control (1%). Otro estudio similar (McGuigan et al., 2009) mostró reducciones significativas en el porcentaje de grasa corporal y aumentos en la masa corporal magra, pero sin influencias en el índice de masa corporal (IMC). Siguiendo esta misma línea, una revisión de los efectos del EFP sobre la obesidad infantil (Oh et al., 2014) informaron de cambios positivos en la composición corporal con aumentos significativos en la masa corporal magra y reducciones en el porcentaje de grasa corporal sin mejoras en el IMC, considerándolo un programa de entrenamiento seguro y eficaz para combatir los efectos de la obesidad en esta edad escolar.

Un único estudio de los revisados (Sgro et al., 2009) estableció un programa de EFP de 24 semanas en niños/as de entre 7 a 12 años. Los resultados mostraron una reducción significativa en la finalización del programa del 8,1% de la masa corporal grasa y se extrae que cuánto más duración tenga el programa de entrenamiento mayores serán los beneficios que se obtengan en los participantes en relación con parámetros antropométricos.

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

5 de los 13 estudios observados mostraron aumentos significativos en la DMO (Yu et al., 2005; Yu et al., 2008; Sgro et al., 2009; Lau et al., 2010; Cunha et al., 2015). En este sentido, varios estudios afirman la concentración mineral ósea en niños/as y adolescentes tras la aplicación de un programa de EFP (Faigenbaum y Myer, 2010; Stricker et al., 2020). Lau et al. (2010) investigaron que seis semanas de EFP produjo aumentos significativos en la densidad mineral ósea (DMO) de niños obesos evaluados a través de absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA). Otro estudio similar (Sgro et al., 2009), recogió después de la intervención de EFP en niños/as obesos, un incremento de la DMO significativa después de 16 semanas del 4,9% y después de 24 semanas de un 6,2% medida a través de DEXA. Por lo tanto, el entrenamiento con ejercicios de fuerza o pesas estimula y mejora la DMO, por lo que Barbieri y Zaccagni (2013) concluyen que un programa de EFP parece tener un efecto positivo a edades tempranas en la DMO y lo califican como un medio interesante para prevenir y reducir la osteoporosis en la adultez.

Efectos del EFP sobre parámetros de salud fisiológicos

3 de los 13 estudios observados mostraron mejoras significativas en lipoproteínas de alta densidad (LDL), colesterol total (CT) y triglicéridos (TG) en los participantes (Vasquez et al., 2013; Yu et al., 2016 y Ramezani et al., 2017). Asimismo, estudios sobre el perfil lipídico mostraron reducciones significativas en el LDL y TG en niños y adolescentes obesos, además de mejorar su aptitud física relacionada con la salud y la disminución del riesgo metabólico (Branco et al., 2020). En la presente revisión, Ramezani et al. (2017) demostraron reducciones en los valores del perfil lipídico después de un programa de EFP en niños/as obesos de 8 a 12 años. Del mismo modo, Yu et al. (2016) investigaron que 10 semanas de EFP en niños/as de 11 a 13 años sanos redujo significativamente el LDL y CT y, además, no encontraron diferencias significativas en la presión arterial (PA) de los participantes. Otro estudio destacado en niños y adolescentes mostraron reducciones en el perfil lipídico, atenuando las concentraciones de TG y LDL (Santos et al., 2020), sugiriendo dichos autores que un programa de EFP supervisado y regulado, es capaz de promover ajustes en las diferentes variables bioquímicas de niños y adolescentes.

Dos de los trece estudios analizados mostraron mejoras significativas en la PA (Naylor

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

et al., 2008 y Vásquez et al., 2013). Siguiendo esta misma línea, Naylor et al. (2008) no mostraron diferencias significativas en la PA de los participantes en un programa de EFP de ocho semanas de duración en niños/as. Esto coincide con una revisión y metaanálisis llevada a cabo por Guillem et al. (2020) de los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la PA en niños y adolescentes, donde se analizaron ocho estudios que mostraron no disminuciones significativas en la PA de los jóvenes, ni resultados esclarecedores en el IMC de los participantes. Por lo que se necesitan más estudios de alta calidad para esclarecer la asociación entre el EFP y la PA en niños.

Efectos del EFP sobre parámetros de salud psicológicos

Los estudios sobre los beneficios psicológicos a través de un programa de EFP en jóvenes son muy limitados. En una revisión sistemática reciente sobre los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la condición física (CF) en niños y niñas, concluyeron que el entrenamiento de fuerza es un método eficaz para mejorar la CF, incluyendo la capacidad cardiorrespiratoria en niños y niñas de 6 a 12 años (Le-Cerf et al., 2022). En este sentido, un ensayo aleatorizado controlado llevado a cabo por Ortega et al. (2017) sobre la aptitud física y su relación con estructuras subcorticales en niños, evidenciaron que tanto la aptitud cardiorrespiratoria como la fuerza muscular estaban significativamente asociadas a un mayor desarrollo de ciertos núcleos cerebrales subcorticales desarrollando una mayor capacidad cognitiva que, a su vez, puede favorecer la salud mental de niños y niñas (Ortega et al., 2017).

En esta revisión sólo se han apreciado 2 de 13 estudios analizados mejoras significativas en autoconcepto y autoeficacia en niños y niñas al finalizar un programa de EFP (Yu et al., 2008 y Mullane et al., 2017). En este sentido, Yu et al. (2008) informaron que un programa de EFP en niños/as de 8 a 11 años durante seis semanas mejoraron la confianza en la fuerza y la resistencia, pero no hubo resultados significativos en el autoconcepto global. Otro estudio similar (Mullane et al., 2017) demostró resultados significativos en la autoeficacia física en niños/as de 6 a 11 años durante ocho semanas. Una revisión sistemática y metaanálisis (Collins et al., 2019) sobre los efectos del EFP sobre intervenciones de autoconcepto en la juventud, los autores concluyeron que el EFP de forma aislada tiene un impacto positivo sobre algunos aspectos psicológicos de los niños/as como parece ser la

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

autoeficacia de resistencia, fuerza y autoestima global, variables fundamentales para la confianza de los niños/as en la realización de cualquier AF. Pero en este aspecto, se deben realizar más estudios y de mayor calidad para analizar a fondo los efectos del EFP sobre este parámetro en la edad escolar.

Conclusiones

En esta revisión sistemática se puede concluir que el EFP es un método eficaz para mejorar parámetros antropométricos (composición corporal, circunferencia de la cintura y densidad mineral ósea) en niños y niñas sanos, con sobrepeso u obesidad, además de mejoras sustanciales en el perfil lipídico de los jóvenes. En parámetros de presión arterial y psicológicos (autoconcepto y autoestima) se deben abordar más estudios debido a su escasa evidencia científica recogida en esta revisión en edad pediátrica de 6 a 13 años.

La mayoría de los estudios utilizaron un programa de EFP tradicional con intensidad de moderada ($\leq 75\%$ 1RM) a moderada alta ($\geq 80\%$ 1RM) de una a tres series oscilando las repeticiones entre 5 a 20 repeticiones durante un período entre 6 a 24 semanas para el tratamiento, con un descanso de uno a cinco minutos entre series

Pese a la diversidad de muestras y programas de entrenamiento encontrados en nuestra revisión, recomendamos el uso de programas de EFP como estrategias para favorecer la calidad de vida y bienestar de niños y niñas, respetando su experiencia previa, edad, intereses y patologías relacionadas con los niños y niñas con sobrepeso u obesidad.

La aplicación práctica de esta revisión puede tener como principal beneficio servir de utilidad tanto a entrenadores/as como a docentes a la hora de trabajar la capacidad de la fuerza orientada a la salud y conseguir beneficios saludables en dicha población infantil.

Propuestas de mejora y limitaciones

Se ha observado la necesidad de proponer mayores estudios aleatorizados sin incluir el período de la adolescencia para una mejor interpretación de los resultados. Son necesarios más estudios que abarquen un programa de entrenamiento homogéneo en cuanto a su

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

intensidad, volumen, duración o frecuencia del entrenamiento, ya que algunos estudios variaron en gran escala en algunas de estas variables, para una mejor comparación de los resultados. En este sentido, futuras investigaciones son necesarias para concretar los efectos producidos del EFP sobre los parámetros fisiológicos y psicológicos en niños y niñas.

Por otra parte, existen limitaciones en nuestra investigación que deben tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados. En lo que respecta a la edad, en la presente revisión sistemática se incluyeron estudios con niños y niñas <13 años, en supuesto estadio prepúber, y previa maduración sexual. Sin embargo, existe una importante variación interindividual en cuanto al nivel, el momento y el tiempo de maduración biológica, por lo que el desajuste relativo y la amplia variación en la maduración biológica entre niños y niñas de la misma edad cronológica pone de relieve las limitaciones en el uso de la edad cronológica como determinante. Además, la mayoría de las intervenciones se llevaron a cabo en niños. Siguiendo esta misma línea, se necesitan estudios que evalúen el EFP sobre niños y niñas sanos en esta edad pediátrica, ya que la mayoría de los estudios incluían a niños y niñas con sobrepeso u obesidad.

Referencias Bibliográficas

- Alberga, A. S., Farnesi, B. C., Lafleche, A., Legault, L., & Komorowski, J. (2013). The effects of resistance exercise training on body composition and strength in obese prepubertal children. *Phys Sportsmed*, 41(3), 103-109. <https://doi.org/10.3810/psm.2013.09.2028>
- Aubert, S., Barnes, J. D., Abdeta, C., Abi Nader, P., Adeniyi, A. F., Aguilar-Farias, N., Cardon, G. (2018). Global Matrix 3.0 Physical Activity Report Card Grades for Children and Youth: Results and Analysis From 49 Countries. *Journal of Physical Activity and Health*, 15(S2), S251-S273. <https://doi.org/10.1123/jpah.2018-0472>
- Barbieri, D. y Zaccagni, L. (2013). Strength Training for Children and Adolescents: Benefits and Risks. *Collegium Antropologicum*, 37 (2), 219-225 <https://hrcak.srce.hr/102499>

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Benson, A. C., Torode, M. E., y Fiatarone Singh, M. A. (2007). Effects of resistance training on metabolic fitness in children and adolescents: a systematic review. *Obesity Reviews*, 9(1), 43-66.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2007.00388.x>

Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behavior. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>

Casas, A., Naclerio, F., Clavo, X. y García, C. (2018). Efectos del entrenamiento de la aptitud muscular sobre la adiposidad corporal y el desempeño motriz en niños y jóvenes: un metaanálisis. *Educación Física y Ciencia*, 20 (2).
<https://doi.org/10.24215/23142561e046>

Chulvi-Medrano, I., Pombo, M., Saavedra-García, M. Á., Rebullido, T. R., & Faigenbaum, A. D. (2020). A 47-Year Comparison of Lower Body Muscular Power in Spanish Boys: A Short Report. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 5(3), 64.
<https://doi.org/10.3390/jfmk5030064>

Collins, H., Booth, J. N., Duncan, A., Fawcner, S. y Niven, A. (2019). The Effect of Resistance Training Interventions on 'The Self' in Youth: a Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine-Open*, 5(29).
<https://doi.org/10.1186/s40798-019-0205-0>

Cunha, S., Sant'anna, M. M., Cadore, E. L., Oliveira, N. L., Santos, C. B., Pinto, R. S., & Reischak-Oliveira, A. (2015). Physiological adaptations to resistance training in prepubertal boys. *Res Q Exerc Sport*, 86(2), 172-181.
<https://doi.org/10.1080/02701367.2014.982782>

DeFina, L.F.,William, H.L., Benjamin, W.L.,Carolyn, B.E., Carrie F. E, Benjamin, L. D. y

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Kenneth, H.C.(2015). Physical activity versus cardiorespiratory fitness: two (Partly) distinct components of cardiovascular health? *Progress in Cardiovascular Diseases*, 57(4), 324-329.
<https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.09.008>

Department of Health, Physical Activity, Health Improvement and Protection. Start Active, Stay Active: a report on physical activity from the four home countries Chief Medical Officers. 2011. (Consultado en octubre de 2021). Recuperado de: https://sportengland-production-files.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/dh_128210.pdf

Drenowatz, Clemens & Greier, Klaus. (2018). Resistance Training in Youth - Benefits and Characteristics. *Journal of Biomedicine*. 3.
<https://doi.org/10.7150/jbm.25035>

Faigenbaum, A. D. y Geisler, S. (2021). The Promise of Youth Resistance Training. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 37(2), 47-51.
<https://doi.org/10.1055/a-1378-3385>

Faigenbaum, A.D., Lloyd, R. S., MacDonald, J. y Myer, G. D. (2015). Citius, Altius, Fortius: beneficial effects of resistance training for young athletes: Narrative review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(1), 3-7.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094621>

Faigenbaum, A. D., MacDonald, J. P., Carvalho, C. y Rebullido, T. R. (2020). The Pediatric Inactivity Triad: A Triple Jeopardy for Modern Day Youth. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, 24(4), 10-17.
<https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000584>

Faigenbaum, A. D., Rebullido, T. R., Peña, J. y Chulvi-Medrano, I. (2019). Resistance Exercise for the Prevention and Treatment of Pediatric Dynapenia. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 1(3), 208-216.
<https://doi.org/10.1007/s42978-019-00038-0>

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behavior. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>

García-Hermoso, A., Ramírez-Campillo, R., & Izquierdo, M. (2019). Is muscular fitness associated with future health benefits in children and adolescents? A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Sports Medicine*, 49(7), 1079-1094. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01098-6>

Guillem, C. M., Loaiza-Betancur, A. F., Rebullido, T. R., Faigenbaum, A. D. y Chulvi-Medrano, I. (2020). The Effects of Resistance Training on Blood Pressure in Preadolescents and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21). <https://doi.org/10.3390/ijerph17217900>

Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., y Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1•6 million participants. *The Lancet Child & Adolescent Health*, 4(1), 23-35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)

Lau, P. W. C., Kong, Z., Choi, C.R., Yu, C. C., Chan, D., Sung, R. Y. y Leung, B. W. C. (2010). Effects of short-term resistance training on serum leptin levels in obese adolescents. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 8(1), 54-60. [https://doi.org/10.1016/S1728-869X\(10\)60008-1](https://doi.org/10.1016/S1728-869X(10)60008-1)

Le-Cerf, L., Valdés-Badilla, P. y Guzmán, E. (2022). Efectos del entrenamiento de fuerza sobre la condición física en niños y niñas con sobrepeso y obesidad: una revisión sistemática. *Revista Retos*, (43), 233-242. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.87756>

Lesinski, M., Herz, M., Schmelcher, A. y Granacher, U. (2020). Effects of Resistance Training on Physical Fitness in Healthy Children and Adolescents: An Umbrella Review. *Sports*

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Medicine, 50(11), 1901-1928.
<https://doi.org/10.1007/s40279-020-01327-3>

Lloyd, R.S., Faigenbaum, A.D., Stone, M.H., Oliver, J.L., Jeffreys, I., Brewer, C...Myer, G.D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British Journal of Sport Medicine*, 48 (7), 498-505.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092952>

McGuigan, M. R., Tatasciore, M., Newton, R. U. y Pettigrew, S. (2009). Eight weeks of resistance training can significantly alter body composition in children who are overweight or obese. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (1), 80-85.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181876a56>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., y Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *BMJ (Online)*, 339(7716), 332-336.
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

Mullane, S. L., Bocchicchio, V. B. y Crespo, N. C. (2017). Feasibility and Parental Acceptability of an 8-Week, Slow-Speed, High-Intensity, Community-Based Resistance Training Program for Preadolescent Children. *Family and Community Health*, 40(3), 183-191.
<https://doi.org/10.1097/FCH.0000000000000157>

Naylor, L. H., Watts, K., Sharpe, J. A., Jones, T. W., Davis, E. A., Thompson, A., . . . Green, D. J. (2008). Resistance training and diastolic myocardial tissue velocities in obese children. *Medicine and Science in and Sports Exercise*, 40(12), 2027-2032.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318182a9e0>

Oh, M., Kim, Y., Suh, S.H. y Jeon, J. Y. (2014). Effects of Resistance Exercise Training on Childhood Obesity. *The Korean Journal of Obesity*, 23(3), 141-149.
<https://doi.org/10.7570/kjo.2014.23.3.141>

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Padilla-Moledo, C., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Mora, J., & Castro-Piñero, J. (2012). Associations of Muscular Fitness With Psychological Positive Health, Health Complaints, and Health Risk Behaviors in Spanish Children and Adolescents. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 167-173. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31821c2433>

Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., George, S. M., & Olson, R. D. (2018). The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA*, 320(19), 2020-2028. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14854>

Ortega, F., Campos, D., Cadenas-Sánchez, C., Altmäe, S., Martínez-Zaldívar, C., Martín-Matillas, M., Catenas, A. y Campoy, C. (2017). Physical fitness and shapes of subcortical brain structures in children. *British Journal of Nutrition*, 122(1), 49-58. <https://doi.org/10.1017/S0007114516001239>

Ramezani, A., Gaeini, A. A., Hosseini, M., Mohammadi, J. y Mohammadi, B. (2017). Effects of Three Methods of Exercise Training on Cardiovascular Risk Factors in Obese Boys. *Iranian Journal of Pediatrics*, 27(5). <https://doi.org/10.5812/ijp.7145>

Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. Organización Mundial de la salud, 2020 (Consultado el 18/10/2021). Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

Rosa Santos, L. D., Araujo, S. S. D., Vieira, E. F. D. S., Estevam, C. D. S., Santos, J. L. D., Wichí, R. B., & Marçal, A. C. (2020). Effects of 12 Weeks of Resistance Training on Cardiovascular Risk Factors in School Adolescents. *Medicina*, 56(5), 220. <https://doi.org/10.3390/medicina56050220>

Sandercock, G. R. H., & Cohen, D. D. (2019). Temporal trends in muscular fitness of English 10-year-olds 1998-2014: An allometric approach. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(2), 201-205. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.07.020>

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Santos AP, Marinho DA, Costa AM, Izquierdo M, Marques MC. (2012). The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students. *J Strength Cond Res*, 26(6):1708-16. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318234e872>

Sgro, M., McGuigan, M. R., Pettigrew, S. y Newton, R. U. (2009). The effect of duration of resistance training interventions in children who are overweight or obese. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 1263-1270. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181910746>

Smith, J. J., Eather, N., Morgan, P. J., Plotnikoff, R. C., Faigenbaum, A. D. y 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. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0196-4>

Stricker, P. R., Faigenbaum, A. D., y McCambridge, T. M. (2020). Resistance Training for Children and Adolescents. *American Academy of Pediatrics*, 145(6). <https://doi.org/10.1542/peds.2020-1011>

Suder, A. y Chrzanowska, M. (2013). Risk factors for abdominal obesity in children and adolescents from cracow, Poland (1983-2000). *Journal of Biosocial Science*, 47 (2), 203-219. <https://doi.org/10.1017/S0021932013000606>

Thompson, B., Stock, M. S., Mota, J., Drusch, A., DeFranco, R., Cook, T., & Hamm, M. (2017). Adaptations associated with an after-school strength and conditioning program in middle-school-aged boys: A quasi-experimental design. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10, 2840-2851. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001712>

Tomkinson, G. R., Kaster, T., Dooley, F. L., Fitzgerald, J. S., Annandale, M., Ferrar, K., Lang, J. J., & Smith, J. J. (2021). Temporal Trends in the Standing Broad Jump Performance of 10,940,801 Children and Adolescents Between 1960 and 2017. In *Sports medicine* (Vol. 51, Issue 3, pp. 531-548). <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01394-6>

Revisión. Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrico sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. Vol. 8, n.º 2; p. 283-308, mayo 2022. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>

Vasquez, F., Diaz, E., Lera, L., Meza, J., Salas, I., Rojas, P., . . . Burrows, R. (2013). Impact of strength training exercise on secondary prevention of childhood obesity; an intervention within the school system. *Nutricion Hospitalaria*, 28(2), 347-356. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.2.6280>

Villa-González E, Barranco-Ruiz Y, García-Hermoso A, Faigenbaum AD. Efficacy of school-based interventions for improving muscular fitness outcomes in children: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Sport Sci*. 2022 Jan 13:1-34. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2029578>

Yu, C.W., McManus, A. M., So, H. K., Chook, P., Au, C. T., Li, A. M., . . . Sung, R. Y. (2016). Effects of resistance training on cardiovascular health in non-obese active adolescents. *World Journal of Clinical Pediatrics*, 5(3), 293-300. <https://doi.org/10.5409/wjcp.v5.i3.293>

Yu, C.W., Sung, R. Y., Hau, K. T., Lam, P. K. W., Nelson, E. A. S. y So, R. C. H. (2008). The effect of diet and strength training on obese children's physical self-concept. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48, 76-82. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18212713/>

Yu, C.W., Sung, R. Y., So, R. C., Lui, K.C., Lau, W., Lam, P. K. W. y Lau, E. M. C. (2005). Effects of strenght training on body composition and bone mineral content in children who are obese. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3), 667- 672. <https://doi.org/10.1519/00124278-200508000-00030>