



Programas de entrenamiento de la fuerza aplicados en Educación Física en estudiantes de 12 a 18 años. Una revisión sistemática

School-based strength training programs applied in Physical Education for students aged 12 to 18. A Systematic Review

Autores

Eduardo Mateos-Martín¹
Josué Prieto-Prieto¹
Jakeline López-Rodríguez¹

¹ Universidad de Salamanca
(España)

Autor de correspondencia:
Eduardo Mateos Martín
eduardomm@usal.es

Cómo citar en APA

Mateos-Martín, E., Prieto-Prieto, J., & López-Rodríguez, J. (2025). Programas de entrenamiento de la fuerza aplicados en Educación Física en estudiantes de 12 a 18 años. Una revisión sistemática. *Retos*, 71, 604-616. <https://doi.org/10.47197/retos.v71.116038>

Resumen

Introducción: El presente trabajo de revisión sistemática se centró en analizar la efectividad de los programas de entrenamiento de fuerza (RT=Resistance training) implementados en el horario de Educación Física escolar (EFE) para mejorar la fuerza muscular en adolescentes. También se investigó la existencia de estudios que demostraran mejoras significativas con programas de RT de corta duración (15-20 minutos).

Metodología: Se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos Web of Science, PubMed y Scopus, abarcando las publicaciones desde enero de 2020 hasta diciembre de 2024. Los criterios de inclusión seleccionaron estudios experimentales que contaran con un grupo control y un grupo de intervención que recibiera un programa de EFE, midiendo la variable de fuerza como resultado principal.

Resultados: Se incluyeron ocho artículos en la revisión. En todos los estudios analizados, se implementaron programas de RT con diversas metodologías y ejercicios, incluyendo entrenamiento en suspensión, lanzamientos, saltos y ejercicios con peso libre. Los resultados de estos estudios indicaron mejoras consistentes en las medidas de fuerza en los grupos de intervención en comparación con los grupos control.

Discusión: Los hallazgos se contrastaron con otras revisiones y trabajos previos, los cuales también reportaron mejoras en la fuerza en adolescentes, aunque con variaciones en los tipos y la duración de los programas y las sesiones.

Conclusiones: Los programas de RT aplicados durante las clases de EFE son efectivos para mejorar la fuerza muscular en adolescentes. Adicionalmente, la evidencia sugiere que incluso programas de intervención de corta duración, de aproximadamente 15 a 20 minutos, pueden generar aumentos significativos en la fuerza muscular en este grupo de población.

Palabras clave

Adolescente; Educación Física; entrenamiento fuerza; fuerza muscular; programa escolar.

Abstract

Introduction: This systematic review was focused on analysing the effectiveness of resistance training (RT) programs implemented within the Physical Education (PE) scholar curriculum to improve muscular strength in adolescents. It also investigated the existence of studies demonstrating significant improvements with short-duration (15 to 20 minutes) RT programs.

Methodology: An exhaustive search was conducted in the Web of Science, PubMed, and Scopus databases, covering publications from January 2020 to December 2024. The inclusion criteria selected experimental studies that included a control group and an intervention group receiving an RT program, with the strength variable measured as the primary outcome.

Results: Eight articles were included in the review. In all analysed studies, RT programs were implemented with various methodologies and exercises, including suspension training, throws, jumps, and free-weight exercises. The results of these studies indicated consistent improvements in strength measurements in the intervention groups compared to the control groups.

Discussion: The findings were compared with other reviews and previous studies, which also reported improvements in strength in adolescents, although with variations in the types and durations of programs and sessions.

Conclusions: RT programs applied during PE classes are effective in improving muscular strength in adolescents. Additionally, the evidence suggests that even 15 to 20 minutes intervention programs can generate an improvement in muscular strength for this population group.

Keywords

Adolescent; Physical Education; resistance training; muscular strength; school-based program,

Introducción

Resulta preocupante que la mayoría de los adolescentes (80%) no cumple con las recomendaciones de actividad física (AF) (Guthold et al., 2020). Estas recomendaciones se basan en dedicar, de media, 60 minutos de AF diaria de intensidad moderada a vigorosa, incluyendo actividades aeróbicas y ejercicios que refuercen músculos y huesos al menos tres días a la semana (OMS, 2021). Esto último se conoce como entrenamiento de fuerza (RT).

Mitos atrás, el RT es seguro cuando se diseña, administra y supervisa correctamente, y debería integrarse en las etapas de desarrollo para mejorar el fitness muscular, la competencia motriz y el rendimiento motor, ya que favorece el desarrollo físico y reduce la tasa de lesiones en niños y adolescentes. (Behringer et al., 2011; Chaabene et al., 2020; Chen et al., 2023; Lloyd et al., 2014).

Los potenciales beneficios del RT en jóvenes son numerosos: aumento de la fuerza muscular, la potencia muscular y la resistencia muscular local; mejora del rendimiento de las habilidades motrices; incremento de la densidad mineral ósea; optimización de la composición corporal; mejora de la sensibilidad a la insulina y del perfil lipídico en sangre; reducción del riesgo de lesiones deportivas; mejora del rendimiento deportivo; y fomento de una actitud positiva hacia la actividad física futura (Collins et al., 2018; Faigenbaum y Myer, 2010; García-Hermoso et al., 2019; Ten Hoor et al., 2018). Finalmente, el RT aporta beneficios psicológicos, ya que mayores niveles de fitness muscular se han asociado con mejores resultados en test cognitivos y éxito académico (Robinson et al., 2023).

El RT debe ser diseñado teniendo en cuenta la edad. Lloyd et al. (2015) destacan que los adolescentes deberían trabajar la hipertrofia con mayor énfasis desde los 12 años, y la fuerza y la potencia desde los 11 años. Respecto a las chicas, a los 12 años deberían trabajar potencia y fuerza, e iniciar el trabajo de hipertrofia, acentuándolo a partir de los 13-14 años. Para Lloyd et al. (2014) el enfoque del RT debe centrarse en el desarrollo técnico y la destreza. Las recomendaciones sobre los programas de fuerza (Lloyd et al., 2014; Stricker et al., 2020) se basan en seleccionar ejercicios según la habilidad técnica y utilizar diversos materiales adaptados. Es recomendable comenzar con las autocargas en ejercicios básicos para luego incorporar el peso libre. El volumen, para principiantes, debe iniciarse con 1-2 series de intensidad baja a moderada, ($\leq$ al 60% RM). Posteriormente, se puede progresar a 2-4 series y 6-12 repeticiones con una intensidad de hasta el 80% de 1RM. Con el tiempo, se puede aumentar la intensidad ($>85\%$ de 1RM), y reducir las repeticiones a 6. Los autores señalan que no todos los ejercicios requieren el mismo volumen. La velocidad de la repetición debe ser moderada, y el tiempo de descanso, inicialmente de 1 minuto, puede aumentarse si la intensidad se incrementa. Por último, la frecuencia de entrenamiento recomendada es de 2-3 días no consecutivos.

Dentro del RT y potencia, y por su sencillez técnica y la no necesidad de materiales, destaca la pliometría. Esta consiste en la ejecución de un movimiento rápido y potente que implica un pre-estiramiento del músculo, activando el ciclo estiramiento-acortamiento (Wilk et al., 1993). Este mismo autor señala que el objetivo del entrenamiento pliométrico es aumentar la excitabilidad de los receptores neuronales para mejorar la reactividad del sistema neuromuscular.

En relación con esto, (Peitz et al., 2018) señalan que tanto el RT como el entrenamiento pliométrico tienen efectos positivos en el incremento de la condición física de los jóvenes, y que los entrenamientos de bajo y moderado volumen en pliometría son efectivos, además de ser recomendados por sus beneficios en adolescentes (Chen et al., 2023). En relación con lo anterior, Behm et al. (2017) sugieren que el RT debe preceder al de potencia, y que este último debe introducirse de forma gradual.

Los programas de fuerza en el contexto de la Educación Física Escolar (EFE) han encontrado efectos en niños (Lin et al., 2022; Villa-González et al., 2023) y adolescentes, (Cox et al., 2020; García-Baños et al., 2020; Wu et al., 2023). Sin embargo, es necesario seguir investigando en relación con cómo pueden afectar las diferentes modalidades del entrenamiento y con respecto a la metodología y las variables del entrenamiento, como la duración.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo es revisar las publicaciones de los últimos cinco años para comprobar si los programas de fuerza en el contexto de EFE mejoran dicha capacidad. Además, buscamos conocer si es compatible aplicar programas de corta duración que no impliquen toda la sesión de EFE.



Para finalizar esta introducción, la motivación en la elaboración de esta revisión viene de los grandes beneficios que tiene el RT para los adolescentes y de la potente y actual popularidad en la sociedad del entrenamiento de fuerza. Además, los hallazgos que se encuentren se podrán llevar a cabo en las clases de Educación Física, lo que supondría un diseño más eficiente y útil de las mismas, facilitando así el trabajo de los contenidos de fuerza y contribuyendo de forma positiva al desarrollo de la salud integral y la calidad de vida de la población escolar entre 12 y 18 años.

Método

Bases de datos

Tomamos de referencia la metodología PRISMA (2020). Se realizó una búsqueda, exhaustiva en las bases de datos Web of Science, Scopus y Pubmed abarcando el periodo comprendido entre enero de 2020 y diciembre de 2024. Esta delimitación temporal se fundamentó en la existencia de una revisión publicada en 2020 que evaluaba programas de intervención escolar destinados a mejorar la fuerza muscular. Nuestra búsqueda se restringió a estudios experimentales.

Se empleó el siguiente comando de palabras clave “(“strength training” OR “resistance training” OR “weight training”) AND (“physical education” OR “school-based” OR “school”) AND (adolescent OR teen) AND (“intervention” OR program*) AND (“muscle strength” OR “muscular fitness”).”

Criterios de Selección

Se incluyeron estudios publicados en inglés y/o español entre 2020 y 2024, que contaran con una población de adolescente sanos (tanto chicos como chicas) con edades comprendidas entre los 12 y los 18 años. Los estudios debían describir un programa o intervención implementada dentro del contexto de la EFE y ser estudios que midieran la variable fuerza. El diseño de investigación debía incluir un grupo experimental y un grupo control, con mediciones realizadas antes y después del programa de intervención.

Se excluyeron aquellos trabajos sin acceso al texto completo, revisiones y otros tipos de documentos, estudios en idiomas distintos al inglés o español, muestras de sujetos con alguna enfermedad o patología; muestras que incluyeran adultos o niños menores de 12 años, y estudios en los que no se implementara una intervención aislada centrada en el EFE.

Análisis y Extracción de la información

Considerando los criterios de inclusión y exclusión, un autor, MME llevó a cabo una revisión de la literatura y procedió a la lectura de los textos preseleccionados para evaluar su elegibilidad. Los desacuerdos y posibles cuestiones fueron consultados, analizados y corregidos por otros autores PPJ y LRJ.

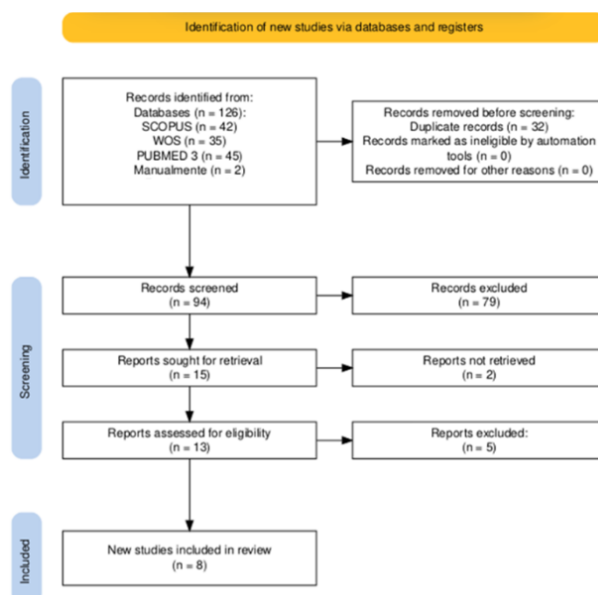
Los artículos que cumplieron los criterios de inclusión según el título y el resumen fueron extraídos de las bases de datos y organizados en una hoja de cálculo para eliminar duplicados. Posteriormente, se realizó una lectura detallada de cada artículo. De los artículos finalmente seleccionados, se recopiló en tablas la siguiente información: a) autor y año de publicación, b) características de la muestra, c) descripción de la intervención: duración en semanas, frecuencia de sesiones diarias, intensidad, ejercicios, etc., d) pruebas o test utilizados para medir la fuerza, y e) resultados obtenidos en relación con la fuerza muscular.

Resultados

La búsqueda preliminar arrojó un total de 702 artículos. Tras aplicar diversos filtros, como la limitación a los últimos cinco años, se identificaron 126 estudios. La eliminación de duplicados redujo esta cifra a 94. Después de la lectura de títulos y resúmenes, se preseleccionaron 15 artículos para una revisión más exhaustiva. La lectura completa de estos textos y la aplicación de los criterios de exclusión (principalmente, muestras diferentes a la de interés, ausencia de grupo control, intervenciones fuera del contexto de la EFE y/o combinación de RT y resistencia sin resultados separados) condujeron a la inclusión final de 8 estudios en esta revisión. Este proceso de análisis y selección se detalla en la Figura 1.



Figura 1. Diagrama de flujo



Los estudios incluidos en la tabla 1, se llevaron a cabo en Asia, Europa, Suramérica y Australia, sumando una muestra total de 1097 adolescentes. Los estudios de Martins et al. (2020), Cohen et al. (2021), Katsanis et al. (2021) y Liao et al. (2022) incluyeron tanto a chicos como a chicas. En contraste, los estudios de Koźlenia et al. (2024), Polevoy et al. (2024) y Zhao et al. (2022) se centraron en participantes masculinos. Cabe señalar que no se especifica el sexo de los participantes en el trabajo de Milenković (2022).

Tabla 1. Artículos seleccionados y características de la muestras empleadas.

Autor	n	EG +GC	Edad (años)	Estado
Martins et al. (2020)	44 24H y 20M	EG=22 CG=22	17.6 ± 0.49	-
Cohen et al. (2021)	110 56H y 54M	ATEG=40 RTEG=40 CG=30	13-17 EG:15.0 ± 0.95 CG: 14.7 ± 1.09	Sanos, sin limitaciones Excluye los que están en programas de entreno
Katsanis et al. (2021)	321 158 H y 163 M	EG= 154 CG= 167	16.4 ± 0.91 EG: 16.52 ± 0.88 CG= 16.56 ± 0.94	Sin enfermedades, ni limitaciones
Liao et al. (2022)	226 H y M	EG= 133 CG= 133	Todos: 14.35 ± 0.57 CG: 14.37±0.55 EG:14.03 ± 0.59	Sanos. Excluye a los que están en programas de entrenamiento
Milenković (2022)	60 -	EG= 28 CG= 32	EG: 16.66± 0.7 CG: 16.54 ± 0.8	Sanos
Zhao et al. (2022)	123 H	EG= 62 EG= 61	EG:13.46 ± 0.55 CG:13.45 ± 0.64	Sanos. No atletas. No programas de RT
Koźlenia et al. (2024)	116 H	EG= 59 CG= 57	15-18	Sanos Exclusión participación en programas organizados
Polevoy et al. (2024)	40 H	EG=20 CG=20	14 -16	Sanos Incluye niños que practiquen esquí de fondo 3d/s

Nota: n: número de participantes. H= hombres; M= mujeres; EG= grupo experimental; CG= grupo control; ATEG= grupo experimental de entrenamiento aeróbico; RTEG= grupo experimental de entrenamiento de fuerza; d/s= días por semana.

Características del programa de intervención

En cuanto a la duración, el 50% de los estudios implementaron intervenciones de 8 semanas, mientras que el resto aplicaron programas de 10, 12, 16 y 32 semanas de duración.

Respecto a la frecuencia, cuatro estudios aplicaron el programa de intervención al grupo experimental 2 días por semana, y otros cuatro lo hicieron 3 días por semana. La duración de las sesiones fue inferior



a 20 minutos en los estudios de Koźlenia, et al. (2024), Martins et al. (2020), Milenković (2022). El resto de los estudios emplearon sesiones de mayor duración.

En cuanto al número de series por ejercicio, se observó un rango de 1 a 5 series, siendo el intervalo de 2 a 4 series el más común (75% de los artículos). El rango de repeticiones varió, uno de los estudios empleó un rango de 3 a 5 repeticiones, mientras que cinco estudios utilizaron un rango de 6 a 20 repeticiones. Y de estos cinco, dos utilizaron también el tiempo. Únicamente optaron por pautar el ejercicio por tiempo en lugar de por número de repeticiones dos estudios.

La intensidad del entrenamiento se especificó de diversas maneras: un estudio utilizó la máxima velocidad de ejecución; dos estudios la definieron a través del porcentaje de la RM o repetición máxima nominal (nRM); dos estudios emplearon la Escala de Percepción del Esfuerzo (RPE); y tres estudios no especificaron la intensidad (Katsanis et al., 2021; Polevoy et al., 2024; Zhao et al., 2022).

El tiempo de descanso entre series o ejercicios también mostró variabilidad. En Cohen et al. (2021) utilizaron descansos de entre 30 y 120 segundos; Katsanis et al. (2021) aplicó una ratio trabajo-descanso de 1:1, basada en la duración del ejercicio del compañero; Koźlenia, et al. (2024) estableció descansos de 60 segundos entre circuitos; y Polevoy et al. (2024) pautó 30 segundos de descanso entre ejercicios y cinco minutos entre series. Por otro lado, cuatro estudios no especificaron los tiempos de descanso (Liao et al., 2022; Martins et al., 2020; Milenković, 2022; Zhao et al., 2022).

El número de ejercicios por sesión varió considerablemente: solo un estudio empleó tres ejercicios, mientras que cinco estudios utilizaron entre 5 y 10 repeticiones. Destacan el estudio de Cohen et al. (2021) con 30 ejercicios y el de Liao et al. (2022) con una gran variedad de ejercicios.

En cuanto a los ejercicios y las modalidades de entrenamiento, el 100% de los estudios utilizaron el peso como carga. El 50% incorporaron el balón medicinal y ejercicios de salto. En menor medida, se utilizó mancuernas y peso libre, y tres de los estudios emplearon bandas elásticas. Únicamente el estudio de Cohen et al. (2021) incluyó máquinas de musculación. Respecto a las modalidades específicas, Martins et al. (2020) incluyó un componente pliométrico (PLYO) destacable en su programa, Koźlenia et al. (2024) aplicó entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIFT), y solo en un estudio se implementó entrenamiento en suspensión (Katsanis et al., 2021). Los detalles de los programas de intervención se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Programas de intervención en EFE.

Autor	Intervención	Semanas + días	Tiempo sesión	Parámetros y progresión	Ejercicios	Grupo control
Martins et al. (2020)	ECRT	8 y 2 d/s No consecutivos	Duración de 15 a 20'	Semanas 1-4: 1x5 saltos horizontales Semanas 5-8: 2 x3 saltos Aumento en volumen de 1 serie En los lanzamientos empezó con 2x8 para 1kg y 3kg. Aumento de 1 serie en la semana 5-8 Intensidad: máxima velocidad	3; Lanzamientos, balón medicinal y saltos	EFE
Cohen et al. (2021)	RT	16 y 2 d/s No consecutivos	1 h	2 a 4 series. Descanso 30-120" Intensidad 1-5 sem: 16-20RM. Desc: 30" 6-10 sem: 8-14RM. Desc: 30-120" 11-16 sem: 6-12RM. Desc 30-120" Intensidad: estiman el RM	30 ejercicios; Maquinas, peso libre, autocargas, balones medicinales, bosu y balón sueco	2 clases de EFE de 120'
Katsanis et al. (2021)	STEG Entrenamiento en suspensión Trabajo en parejas	8 y 2 d/s No consecutivos Detraing 4	25-30' de los 45' de EF	2 series de 12 repeticiones Semana 1 -4: 8 ejercicios Semana 5-8: 10 ejercicios Descanso 1:1. Mismo tiempo que trabajo Cada 2 semanas cambiaban el 50% de ejercicios	8-10; Con elemento de suspensión y su peso	EFE: Deporte individual y de equipo Ej; atletismo, bádminton, vóley y fútbol
Liao et al. (2022)	FST Fuctional strength training	12 y 3d/s 36 sesiones	45'	2 series 8-12 rep o 10-20" Intensidad moderada RPE:6-7 Aumento de la carga un 5% en tren superior y un 10% en tren inferior. Aplica 3 circuitos diferentes.	Autocargas pie y suelo, bandas elásticas, mancuernas, pelota sueca,	EFE Deportes, juegos de pelota, gimnasia y artes marciales



				Circuito 1= 21 ejercicios; circuito 2=14 ejercicios; circuito 3= 21 ejercicios	bosu y kettlebell	
Milenković (2022)	Circuito de fuerza + EFE	8 y 2d/s	15'	2 circuitos: Circuito por nº Repeticiones con 5 estaciones Circuito por tiempo tipo AMRAP a máxima velocidad con 5 estaciones Desarrolla la progresión de forma individualizada semana a semana, aumentando las repeticiones o variando el tiempo de trabajo	5 ejercicios: autocargas, saltos y ejercicio con balón medicinal	EFE. baloncesto gimnasia (incluye ejercicios de fuerza)
Zhao et al. (2022)	CST: Escuchaban música Trabajo en parejas	10 y 3d/s No consecutivos	Duración 20-25' De los 45' de sesión	Circuito: 6-8 estaciones Cada estación con dos rutinas Semanas 1-5: 2 series de 10-12 rep. 6 Ejercicios :2-3 con banda elástica y 2-4 de autocarga Semanas 6-10: 3 series de 8-10 rep. Mancuernas y autocargas	Autocargas, bandas elásticas, mancuernas	EFE. Currículo ordinario Principalmente voleibol y fútbol
Koźlenia, et al. (2024)	HIFT Entrenamiento funcional de alta intensidad	8 y 3d/s ** 2 días de intervención y el tercero EFE normal Después del HIFT sesión normal	Sem 1-2: 6' Sem 2-4: 9' Sem 5-6: 12' Sem 7- 8: 15' EFE: 45'	AMRAP. 20" de trabajo activo; ejercicios seguidos 60"descanso entre vueltas 2 primeras semanas 2 circuitos y cada 2 semanas se añade un circuito Progresión: aumento del volumen RPE: 7-8	5 ejercicios; Circuito con: Sentadilla, crunches, flexiones, zancadas y burpees	EFE. Currículo estándar; vóley, baloncesto, fútbol, gimnasia, atletismo, danza, tenis de mesa, y marcha
Polevoy et al. (2024)	RT	32 y 3 d/s	40'	Circuito 8 ejercicios 32 minutos en 3 series de 7,5' 30" de trabajo- 30" descanso Macropausas de 5' entre series No señala intensidad ni progresión	8 ejercicios F. Iso: suspensión en barra F-R: flexión en barra, crunch, elevaciones de pierna, elevación de torso, sentadillas Potencia: saltos de obstáculos Balanceos de piernas	EFE 2d/S Sin pesas

Nota: EFE= educación física escolar; ECRT= RT en circuito; RT= entrenamiento fuerza; STEG= RT en suspensión; FST= entrenamiento funcional de fuerza; CST= RT en circuito; HIFT=entrenamiento funcional de alta intensidad; BM= balón medicinal; RM= repetición máxima; Desc= descanso; EF= educación física; rep= repeticiones; sem= semana; d/s= días por semana; RPE= escala de percepción del esfuerzo; F. Iso= fuerza isométrica; F-R= fuerza resistencia; AMRAP= tantas repeticiones como sea posible.

Mejoras en la fuerza muscular

Estas se pueden observar en la tabla 3. En relación con la fuerza de los miembros superiores, el 100% de los estudios reportaron mejoras significativas en el grupo experimental en comparación con el grupo control. En el tren inferior, se encontraron mejoras significativas en la fuerza explosiva de las piernas en el grupo experimental versus el grupo control, medida mediante el test de salto horizontal por el 75% de los autores. Respecto a la fuerza del tronco, se observaron mejoras significativas en el test de Sit-up en los estudios de Katsanis et al. (2021), Koźlenia et al. (2024), Milenković (2022) y Zhao et al. (2022). Otro autor, Polevoy et al. (2024), utilizó la elevación de piernas colgado, un test en el que tanto el grupo experimental como el grupo control mostraron mejoras, aunque el grupo experimental obtuvo resultados superiores.

Tabla 3. Resultados de los programas de fuerza aplicados.

Autor	Test MMSS + MMII + Tronco	Otros test	Resultados
Martins et al. (2020)	MMSS: Lanzamiento BM 1kg y 3KG Flexiones de pecho (PU) MMII Stand Broad Jump (SBJ)	--	Hubo diferencias significativas para las 4 variables en el pre-post del EG El circuito aplicado resultó en aumentos de fuerza



Cohen et al. (2021)	MMSS: 6RM Press de pecho 6RM Lateral pull down MMII: Press de pierna	Altura Peso 20m SRT	Masa magra: nadie en el RTG experimento decrecimientos en la masa magra RT Vs EF: trivial; RT vs AT: trivial Pliegues: Cambio en CG. Pero no en RT ni AT Fuerza: las mayores ganancias fueron en el RTG Efecto significativo: RT más efectivo que EFCG y AT en aumentar la fuerza
Katsanis et al. (2021)	MMSS: PU + MPU + Hand Grip (HG) Flexiones modificadas MMII: SLJ Tronco: Sit-up (SU30")	Altura Peso Body Mass Index (BMI)	En EG, diferencia pre-post significativa para todos los test. Mejoras en el SLJ, SU, PU, MPU y HG Todos aumentaron. Diferencia significativa respecto al grupo control EN CG no hubo cambios significativos Detraining: no retienen los efectos a las 4 semanas
Liao et al. (2022)	MMSS: Pull ups hombre Curl up mujeres Batería NPFHS MMII: SBJ Tronco: SU30"	Altura Peso BMI FMS Sprint 50m. Sit and reach	Dominadas. EG significativamente mayor que el CG Pero CG también aumento en dominadas Curl Up. EG rindió significativamente mejor que el CG. CG en T2 Y T3 aumentó y FST en T1 y T3 SBJ. no hubo mejoras significativas ni en los grupos ni en EG respecto a CG El EG tiene mayores ganancias de fuerza que el CG en EF
Milenković (2022)	MMSS: PU MMII: Squat Jump (SJ) + Countermovement jump (CMJ) + Squat Tronco: SU30"	Altura Peso BMI	Ambos grupos, EG y CG, mejoraron la fuerza tras 8 semanas de EF, pero el EG tiene un mayor efecto La introducción del circuito en la parte principal + EFE es positiva Las mayores mejoras se vieron en la fuerza explosiva de MMII
Zhao et al. (2022)	MMSS: PU1' +HG MMII: SBJ + Salto vertical. Tronco: SU 1' (Sit up- 1')	BMI al inicio	Aumentos significativos de todas las variables de fuerza medidas en el EG pre y post En el CG hubo cambios pre y post, pero no significativos Comparando grupos, el EG tuvo mejoras significativas en todos los test, menos en la PU1' respecto al grupo control
Koźlenia, et al. (2024)	MMSS: HG; MMII: SBJ Tronco: SU30"	BMI SMI	Cambios en la SMI de los EG La fuerza aumento en HG Y SBJ SU30" no cambió
Polevoy et al. (2024)	MMSS: HGI + HGD + PU Flexiones en barra Tronco: Elevación de piernas colgado	-	El EG mejoró todos los parámetros de fuerza El CG solo mejoró la HGD y el levantamiento de piernas El EG tiene mayor efecto que el CG

Nota: EG= grupo experimental; CG= grupo control; MMSS= miembros superiores; MMII= miembros inferiores; ATEG O AT= grupo experimental de entrenamiento aeróbico; RTEG= grupo experimental de entrenamiento de fuerza. ECRT= RT en circuito; RT= entrenamiento de fuerza; STEG= RT en suspensión; FST= entrenamiento funcional de fuerza; CST= RT en circuito; HIFT= entrenamiento funcional de alta intensidad; BM= balón medicinal; RM= repetición máxima; EF O EFE= educación física; PU= flexiones de pecho; MPU= flexiones de pecho modificadas; NPFHS= "National Physical Fitness and Health Standards"; HG= fuerza de agarre; HGI= fuerza de agarre mano izquierda; HGD= fuerza de agarre mano derecha; SJ= squat jump; cmj= countermovement jump; SU= sit-up; BMI= índice de masa corporal; SMI; masa del musculo esquelético; SLJ= stand long jump; SBJ: stand broad jump.

Discusión

Características del programa de intervención

La duración de las intervenciones en los estudios incluidos (entre 8 y 12 semanas en Katsanis et al., 2021; Koźlenia et al., 2024; Liao et al., 2022; Martins et al., 2020; Milenković, 2022; Zhao et al., 2022) coincide con las recomendaciones de revisiones previas (Cox et al., 2020; Stricker et al., 2020). Programas más cortos, de 6 a 8 semanas, también han mostrado resultados positivos (García-Baños et al., 2020), al igual que intervenciones más prolongadas, como las de 18 semanas (Dorgo et al., 2009) o 32 semanas (Polevoy et al., 2024).

La frecuencia semanal de RT de 2 días produjo aumentos en la fuerza, lo que concuerda con otros programas (Eather et al., 2016; Granacher et al., 2011; Guerra et al., 2019; Winwood y Buckley, 2019) e incluso con estudios realizados fuera del contexto de la EFE (Santos et al., 2011; Santos et al., 2012). Específicamente, Eather et al. (2016) aplicaron 2 sesiones semanales durante 8 semanas con ejercicios como sentadilla-salto, zancadas, lanzamientos de balón medicinal, peso muerto, flexiones y press de hombro, en esta línea, Granacher et al. (2011) en un circuito de 5 ejercicios durante 8 semanas en sesiones de 90 minutos, con 4 series de 10 repeticiones, descansos de 2-3 minutos y una intensidad del 30-40% de 1RM, observando mejoras en el CMJ y la fuerza isométrica máxima de los extensores de pierna,



así como una tendencia a la mejora en el RFD. La utilización de 3 días por semana también resulta efectiva para mejorar la fuerza. Tanto 2 como 3 sesiones semanales en días no consecutivos se alinean con las directrices de Lloyd et al. (2014).

La duración máxima de las sesiones en los estudios revisados es de 60 minutos (Cohen et al., 2021), seguida por 45 minutos (Liao et al., 2022) y 40 minutos (Polevoy et al., 2024). Estos tiempos son consistentes con lo reportado por García-Baños et al. (2020), donde la duración de las sesiones varió considerablemente (45-90 minutos), incluyendo calentamiento y vuelta a la calma. Duraciones similares (50-60 minutos) también se han asociado con mejoras en la fuerza en otros estudios (Granacher et al., 2011; Eather et al., 2016; Winwood y Buckley, 2019). Es destacable que intervenciones de corta duración muestran efectos positivos sobre la fuerza, como las de 15-20 minutos (Martins et al., 2020), 15 minutos (Milenković, 2022) y las intervenciones progresivas de 6 a 14 minutos (Kozłenia et al., 2024). Estos hallazgos son coherentes con estudios donde se aplican programas breves en niños (De Souza et al., 2015) y adolescentes (Guerra et al., 2019) utilizando calistenia.

Los parámetros de series y repeticiones empleados en los estudios incluidos en esta revisión concuerdan con las recomendaciones de Lloyd et al. (2014) y con programas que han demostrado ser efectivos para mejorar la fuerza, como el de Faigenbaum et al. (2007) (3 series x 10-12 repeticiones de diversos ejercicios y 1-2 series de 6-10 repeticiones de pliometría). En esta línea, Santos et al. (2011) y Santos et al. (2012) aplicaron un RT fuera de la EFE de 2 días por semana durante 8 semanas en adolescentes, con lanzamientos (2-6 series de 5-8 repeticiones) y saltos (1-5 series de 2-5 repeticiones) en sesiones de 45 a 90 minutos, observando aumentos en la potencia del tren superior e inferior. El tiempo de descanso empleado en los diferentes trabajos que lo especifican es coherente con otros trabajos, como Stricker et al. (2020) señalando la utilización de 1 a 3 minutos o Faigenbaum et al. (2007) con 30-60".

El control de la intensidad es fundamental para asegurar la técnica correcta y minimizar el riesgo de lesiones (Lloyd et al., 2014). El uso del porcentaje de la repetición máxima (RM) o la repetición máxima nominal (nRM) es una práctica común en numerosos estudios de fuerza (Granacher et al., 2011; Muehlbauer et al., 2012), siendo el RM considerado un "estándar de oro" para el control de la intensidad (Levinger et al., 2009). La Escala de Percepción del Esfuerzo (RPE) también ha sido utilizada con éxito en programas de fuerza (Kennedy et al., 2018). No obstante, es una limitación que algunos estudios (Katsanis et al., 2021; Polevoy et al., 2024; Zhao et al., 2022) no especificaran cómo gestionaron la intensidad del entrenamiento.

La variedad y el tipo de ejercicios empleados en los estudios incluidos se alinean con las sugerencias de Faigenbaum (2000) y Faigenbaum et al. (2009). Es notable que Martins et al. (2020) utilicen solo 3 ejercicios (saltos y lanzamientos), mientras que Cohen et al. (2021) emplean más de 30 ejercicios diferentes, aunque sin detallar cuántos en cada sesión. Liao et al. (2022) aplican diferentes circuitos con una variedad de ejercicios. Si bien el número de ejercicios es relevante, la gestión del volumen y la intensidad resulta crucial.

La progresión es un principio fundamental del entrenamiento. La mayoría de los estudios (6 de 8) implementan una progresión en la carga, ya sea a través del volumen, la intensidad o ambos, lo que coincide con las recomendaciones de Faigenbaum et al. (2009), Lloyd et al. (2014) y Stricker et al. (2020), quienes sugieren comenzar con 1-2 series y progresar a 2-4 series, tal como se refleja en otros trabajos (García-Baños et al., 2020).

La modalidad de ejercicios de autocarga (Cohen et al., 2021; Liao et al., 2022; Milenković, 2022) demuestra ser efectiva para aumentar la fuerza, al igual que en el estudio de Guerra et al. (2019) con un programa de calistenia de 15 minutos durante 8 semanas, y en el de De Souza et al. (2015) en niños de 12 años. El RT pliométrico utilizado por Martins et al. (2020) se apoya en estudios como los de Santos et al. (2011), Santos et al. (2012) y Lloyd et al. (2012). La combinación de RT y pliometría también ha mostrado efectos positivos (Faigenbaum et al., 2007; Lloyd et al., 2016; McKinlay et al., 2018). Solo un estudio (Katsanis et al., 2022) aplica entrenamiento en suspensión, modalidad con efectos positivos en adolescentes (Norambuena et al., 2021), niños (Marta et al., 2018) y adultos mayores (Soligon et al., 2021). La modalidad HIFT utilizada por Kozłenia et al. (2024) también se ha asociado con mejoras en la fuerza (Serafini et al., 2016). El uso de bandas elásticas (Fang et al., 2023) y otras modalidades basadas en la resistencia elástica (Lubans et al., 2010) también muestran beneficios. Otras modalidades no incluidas en esta revisión, como el uso de tubos de PVC (Dorgo et al., 2009) o el Crossfit Teen™ (Eather et al.,

2016), también han resultado beneficiosas. Finalmente, Cox et al. (2020) sugieren que el entrenamiento con pesos libres y máquinas podría tener un mayor impacto en la mejora del fitness muscular.

Mejoras de la fuerza muscular

Respecto a la fuerza del tren superior se observaron mejoras en las flexiones de pecho (Katsanis et al., 2021; Milenković, 2022; Polevoy et al., 2024; Zhao et al., 2022), incluso con modificaciones para chicas (Katsanis et al., 2021). Sin embargo, Eather et al. (2016) no encuentran mejoras, posiblemente debido al tipo de ejercicios y la baja carga utilizada. Otros estudios sí reportan mejoras (Hartman et al., 2024; Kennedy et al., 2018). En cuanto a la fuerza de agarre (Hand Grip), se obtienen mejoras significativas (Katsanis et al., 2021; Koźlenia et al., 2024; Polevoy et al., 2024; Zhao et al., 2022), a diferencia de lo observado en un programa HIIT (Muntaner-Mas y Palou, 2017) y en el programa de crossfit en EFE (Eather et al., 2016), aunque sí las encuentran en Lubans et al. (2010). Otros tests utilizados, como el lanzamiento de balón medicinal (Martins et al., 2020; Santos et al., 2011; Santos et al., 2012), el 6RM (Cohen et al., 2021) y las dominadas (Liao et al., 2022; Guerra et al., 2019), también muestran mejoras. Estos resultados en el tren superior concuerdan con García-Baños et al. (2020), aunque difieren de lo hallado por Cox et al. (2020), quienes no encontraron resultados homogéneos, posiblemente debido a la variabilidad en la edad cronológica y biológica de los participantes.

Respecto a la fuerza del tren inferior, El test de salto horizontal es el más utilizado para medir la fuerza explosiva del tren inferior (Katsanis et al., 2021; Koźlenia et al., 2024; Liao et al., 2022; Martins et al., 2020; Milenković, 2022; Zhao et al., 2022), con mejoras significativas en la mayoría de los estudios, excepto en Liao et al. (2022), posiblemente debido al enfoque de los ejercicios en otros grupos musculares, y en Guerra et al. (2019) y Kennedy et al. (2018), posiblemente por el tipo de ejercicios incluidos. En contraste, Eather et al. (2016) sí obtienen resultados positivos con el Crossfit Teen™ en EF. El CMJ y la sentadilla (Martins et al., 2020) y el salto vertical (Zhao et al., 2022) coinciden con otros programas escolares y no escolares. En general, y coincidiendo con la mayoría de los estudios incluidos, los programas de intervención en RT mejoran la fuerza del tren inferior (Cox et al., 2020; García-Baños et al., 2020; Wu et al., 2023)

Respecto a la fuerza del tronco, el test de Sit-up es el más utilizado (Katsanis et al., 2021; Koźlenia et al., 2024; Milenković, 2022; Zhao et al., 2022), mostrando mejoras significativas en todos los estudios que lo emplearon. Otro test utilizado, la elevación de piernas colgado (Polevoy et al., 2024), también mostró mejoras en el grupo experimental, coincidiendo con otros estudios (Dorgo et al., 2009; De Souza et al., 2015), aunque Eather et al. (2016) no encontraron mejoras con este test.

Conclusiones

El objetivo principal de esta revisión fue determinar si era posible mejorar la fuerza en adolescentes a través de programas aplicados en el contexto de la EFE. El análisis de los artículos incluidos en este trabajo es positivo y confirma la efectividad del RT en el entorno escolar, campo que debe seguir investigándose. En este sentido, la duración de los programas es una variable importante, por lo que otro objetivo de este trabajo fue investigar si los "microprogramas" de fuerza de breve duración en la sesión podrían tener un impacto en los adolescentes. Los resultados sugieren que esta hipótesis es plausible, aunque se requiere más investigación para consolidar esta evidencia, dado el número limitado de estudios que abordan específicamente esta cuestión.

Agradecimientos

Nada que declarar.

Financiación

No ha existido financiación alguna.



Referencias

- Behm, D. G., Young, J. D., Whitten, J. H. D., Reid, J. C., Quigley, P. J., Low, J., Li, Y., Lima, C. D., Hodgson, D. D., Chaouachi, A., Prieske, O., & Granacher, U. (2017). Effectiveness of Traditional Strength vs. Power Training on Muscle Strength, Power and Speed with Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in physiology*, 8, 423. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00423>
- 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. *Pediatric Exercise Science*, 23(2), 186–206. <https://doi.org/10.1123/pes.23.2.186>
- Chaabene, H., Lesinski, M., Behm, D. G., & Granacher, U. (2020). Performance-and health-related benefits of youth resistance training. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 36(3), 231-240. <https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2020.05.001>
- Chen, L., Huang, Z., Xie, L., He, J., Ji, H., Huang, W., ... & Sun, J. (2023). Maximizing plyometric training for adolescents: a meta-analysis of ground contact frequency and overall intervention time on jumping ability: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 13(1), 21222. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48274-3>
- Cohen, D. D., Sandercock, G. R., Camacho, P. A., Otero-Wandurraga, J., Romero, S. M. P., Marín, R. D. P. M., Sierra, C. A. V., Carreño, J., Moran, J., & Lopez-Jaramillo, P. (2021). The SIMAC study: A randomized controlled trial to compare the effects of resistance training and aerobic training on the fitness and body composition of Colombian adolescents. *PloS One*, 16(4), e0248110. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248110>
- Collins, H., Fawcner, S., Booth, J. N., & Duncan, A. (2018). The effect of resistance training interventions on weight status in youth: a meta-analysis. *Sports Medicine*, 4(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0154-z>
- Cox, A., Fairclough, S. J., Kosteli, M. C., & Noonan, R. J. (2020). Efficacy of school-based interventions for improving muscular fitness outcomes in adolescent boys: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50, 543-560. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01215-5>
- de Souza Santos, D., de Oliveira, T. E., Pereira, C. A., Evangelista, A. L., Sales, D., Bocalini, R. L. R., ... & Teixeira, C. V. L. S. (2015). Does a calisthenics-based exercise program applied in school improve morphofunctional parameters in youth? *Journal of Exercise Physiology Online*, 18(6), 52-61.
- Dorgo, S., King, G. A., Candelaria, N. G., Bader, J. O., Brickey, G. D., & Adams, C. E. (2009). Effects of manual resistance training on fitness in adolescents. *Journal of strength and conditioning research*, 23(8), 2287–2294. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b8d42>
- Eather, N., Morgan, P. J., & Lubans, D. R. (2016). Improving health-related fitness in adolescents: the CrossFit Teens™ randomised controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 34(3), 209–223. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1045925>
- Faigenbaum, A. D. (2000). Strength training for children and adolescents. *Clinics in Sports Medicine*, 19(4), 593-619. [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(05\)70228-3](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(05)70228-3)
- Faigenbaum, A. D., McFarland, J. E., Keiper, F. B., Tevlin, W., Ratamess, N. A., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2007). Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of Sports Science & Medicine*, 6(4), 519–525.
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5 Suppl), S60–S79. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819df407>
- Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Pediatric resistance training: benefits, concerns, and program design considerations. *Current Sports Medicine Reports*, 9(3), 161–168. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181de1214>
- Fang, Q., Zhang, X., Xia, Y., & Huang, F. (2023). Integrating elastic band into physical education classes to enhance strength training. *Frontiers in Psychology*, 14, 1037736. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1037736>
- García-Baños, C., Rubio-Arias, J. Á., Martínez-Aranda, L. M., & Ramos-Campo, D. J. (2020). Secondary-school-based interventions to improve muscular strength in adolescents: a systematic review. *Sustainability*, 12(17), 6814. <https://doi.org/10.3390/su12176814>
- 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>
- Granacher, U., Muehlbauer, T., Doerflinger, B., Strohmeier, R., & Gollhofer, A. (2011). Promoting strength and balance in adolescents during physical education: effects of a short-term resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 940-949. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c7bb1e>
- Guerra, L. A., Dos Santos, L. R. A., Pereira, P. E., Lauria, V. T., De Lima, C., Evangelista, A. L., ... & Teixeira, C. V. L. S. (2019). A low-cost and time-efficient calisthenics strength training program improves fitness performance of children. *Journal of Physical Education and Sport*, 19, 58-62. <https://doi.org/10.7752/jpes.2019.s1009>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & 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)
- Hartman, C. R., Lubans, D. R., & Christiansen, L. B. (2024). Cross-country adaptation and feasibility of an evidence-based resistance training intervention in the school setting. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1415469. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1415469>
- Katsanis, G., Chatzopoulos, D., Barkoukis, V., Lola, A. C., Chatzelli, C., & Paraschos, I. (2021). Effect of a school-based resistance training program using a suspension training system on strength parameters in adolescents. *Journal of Physical Education and Sport*, 21(5), 2607-2621. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.05349>
- Kennedy, S. G., Smith, J. J., Morgan, P. J., Peralta, L. R., Hilland, T. A., Eather, N., Lonsdale, C., Okely, A. D., Plotnikoff, R. C., Salmon, J. O., Dewar, D. L., Estabrooks, P. A., Pollock, E., Finn, T. L., & Lubans, D. R. (2018). Implementing Resistance Training in Secondary Schools: A Cluster Randomized Controlled Trial. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 50(1), 62–72. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001410>
- Koźlenia, D., Popowczak, M., Szafraniec, R., Alvarez, C., & Domaradzki, J. (2024). Changes in Muscle Mass and Strength in Adolescents Following High-Intensity Functional Training with Bodyweight Resistance Exercises in Physical Education Lessons. *Journal of Clinical Medicine*, 13(12), 3400. <https://doi.org/10.3390/jcm13123400>
- Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., Toia, D., & Selig, S. (2009). The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(2), 310-316. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.10.007>
- Liao, T., Duhig, S. J., Du, G., Luo, B., & Wang, Y. T. (2022). The Effect of a Functional Strength Training Intervention on Movement Quality and Physical Fitness in Adolescents. *Perceptual and motor skills*, 129(1), 176–194. <https://doi.org/10.1177/00315125211056865>
- Lin, J., Zhang, R., Shen, J., & Zhou, A. (2022). Effects of school-based neuromuscular training on fundamental movement skills and physical fitness in children: a systematic review. *PeerJ*, 10, e13726. <https://doi.org/10.7717/peerj.13726>
- Lloyd, R. S., Faigenbaum, A. D., Stone, M. H., Oliver, J. L., Jeffreys, I., Moody, J. A., Brewer, C., Pierce, K. C., McCambridge, T. M., Howard, R., Herrington, L., Hainline, B., Micheli, L. J., Jaques, R., Kraemer, W. J., McBride, M. G., Best, T. M., Chu, D. A., Alvar, B. A., & Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British Journal of Sports medicine*, 48(7), 498–505. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092952>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Howard, R., De Ste Croix, M. B., Williams, C. A., Best, T. M., Alvar, B. A., Micheli, L. J., Thomas, D. P., Hatfield, D. L., Cronin, J. B., & Myer, G. D. (2015). Long-term athletic development- part 1: a pathway for all youth. *Journal of Strength and Conditioning research*, 29(5), 1439–1450. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000756>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G., & Williams, C. A. (2012). The effects of 4-weeks of plyometric training on reactive strength index and leg stiffness in male youths. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2812–2819. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318242d2ec>
- Lloyd, R. S., Radnor, J. M., De Ste Croix, M. B., Cronin, J. B., & Oliver, J. L. (2016). Changes in Sprint and Jump Performances After Traditional, Plyometric, and Combined Resistance Training in Male Youth Pre- and Post-Peak Height Velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1239–1247. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001216>



- Lubans, D. R., Sheaman, C., & Callister, R. (2010). Exercise adherence and intervention effects of two school-based resistance training programs for adolescents. *Preventive medicine*, 50(1-2), 56-62. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.12.003>
- Marta, C., Alves, A., Esteves, P., Casanova, N., Marinho, D. A., & Marques, M. C. (2018). Strength training adaptations associated with an 8-week suspension training program in prepubescent boys. En Rodríguez P., Rebolo, A., Vieira, F., Dias, A., & Silva, L., Estudos em desenvolvimento motor da criança. Edições Piaget. https://www.researchgate.net/publication/329428428_Strength_training_adaptations_associated_with_an_8-week_suspension_training_program_in_prepubescent_boys
- Martins, J., Cardoso, J., Honório, S., & Silva, A. (2020). The effect of a strength training programme in adolescents in physical education classes. *Retos*, 38, 71-76. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.72221>
- McKinlay, B. J., Wallace, P., Dotan, R., Long, D., Tokuno, C., Gabriel, D. A., & Falk, B. (2018). Effects of plyometric and resistance training on muscle strength, explosiveness, and neuromuscular function in young adolescent soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(11), 3039-3050. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002428>
- Milenković, D. (2022). Effect of 8-Week Circuit Training on the Development of Different Forms of Muscle Strength in Physical Education. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 15(4), 221-227. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2022.150403>
- Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2012). Sex-related effects in strength training during adolescence: a pilot study. *Perceptual and Motor Skills*, 115(3), 953-968. <https://doi.org/10.2466/06.10.30.PMS.115.6.953-968>
- Muntaner-Mas, A., & Palou, P. (2017). Effects of high intensity interval training (HIIT) intervention amongst school adolescents. *Journal of Physical Education & Health-Social Perspective*, 6(10), 19-25.
- Norambuena, Y., Winkler, L., Guevara, R., Llavados, P., Uarac, M. M., Campillo, R. R., ... & Burgos, R. G. (2021). 5-week suspension training program increase physical performance of youth judokas: A pilot study. *Retos*, 39, 137-142. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.78624>
- Organización Mundial de la Salud (2021). Directrices de la OMS sobre actividad física y comportamientos sedentarios. *Organización Mundial de la Salud*. <https://iris.who.int/handle/10665/349729>
- Peitz, M., Behringer, M., & Granacher, U. (2018). A systematic review on the effects of resistance and plyometric training on physical fitness in youth- What do comparative studies tell us? *PloS One*, 13(10), e0205525. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205525>
- Polevoy, G. G., Fuentes-Barría, H., & Eguía, R. A. (2024). Efectos de 32 semanas de un programa de entrenamiento físico de fuerza muscular sobre la condición física de niños rusos de entre 14 a 16 años: Ensayo controlado aleatorizado. *Retos*, 55, 1038-1044. <https://doi.org/10.47197/retos.v55.105055>
- PRISMA (2020). *PRISMA 2020 statement: Guidelines for reporting systematic reviews*. <http://www.prisma-statement.org/>
- Robinson, K., Riley, N., Owen, K., Drew, R., Mavilidi, M. F., Hillman, C. H., ... & Lubans, D. R. (2023). Effects of resistance training on academic outcomes in school-aged youth: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 53(11), 2095-2109. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01881-6>
- Santos, A., Marinho, D. A., Costa, A. M., Izquierdo, M., & Marques, M. C. (2011). The effects of concurrent resistance and endurance training follow a specific detraining cycle in young schoolgirls. *Journal of Human Kinetics*, 29, 93.
- Santos, A. P., Marinho, D. A., Costa, A. M., Izquierdo, M., & Marques, M. C. (2012). The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1708-1716. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318234e872>
- Serafini, P., Hoffstetter, W., Mimms, H., Smith, M., Kliszczewicz, B., & Feito, Y. (2016). Body composition and strength changes following 16-weeks of high-intensity functional training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(5S). <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000488009.97613.c7>
- Soligon, S. D., da Silva, D. G., Bergamasco, J. G. A., Angleri, V., Júnior, R. A. M., Dias, N. F., ... & Libardi, C. A. (2020). Suspension training vs. traditional resistance training: effects on muscle mass, strength

- and functional performance in older adults. *European Journal of Applied Physiology*, 120, 2223-2232. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04446-x>
- Stricker, P. R., Faigenbaum, A. D., McCambridge, T. M., & Council On Sports Medicine And Fitness (2020). Resistance Training for Children and Adolescents. *Pediatrics*, 145(6), e20201011. <https://doi.org/10.1542/peds.2020-1011>
- Ten Hoor, G. A., Rutten, G. M., Van Breukelen, G. J. P., Kok, G., Ruiter, R. A. C., Meijer, K., Kremers, S. P. J., Feron, F. J. M., Crutzen, R., Schols, A. M. J. W., & Plasqui, G. (2018). Strength exercises during physical education classes in secondary schools improve body composition: a cluster randomized controlled trial. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 15(1), 92. <https://doi.org/10.1186/s12966-018-0727-8>
- Villa-González, E., Barranco-Ruiz, Y., García-Hermoso, A., & Faigenbaum, A. D. (2023). Efficacy of school-based interventions for improving muscular fitness outcomes in children: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Sport Science*, 23(3), 444-459. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2029578>
- Wilk, K. E., Voight, M. L., Keirns, M. A., Gambetta, V., Andrews, J. R., & Dillman, C. J. (1993). Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 17(5), 225-239. <https://doi.org/10.2519/jospt.1993.17.5.225>
- Winwood, P. W., & Buckley, J. J. (2019). Short-term effects of resistance training modalities on performance measures in male adolescents. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(3), 641-650. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001992>
- Wu, J., Yang, Y., Yu, H., Li, L., Chen, Y., & Sun, Y. (2023). Comparative effectiveness of school-based exercise interventions on physical fitness in children and adolescents: a systematic review and network meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 11, 1194779. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1194779>
- Zhao, M., Liu, S., Han, X., Li, Z., Liu, B., Chen, J., & Li, X. (2022). School-Based Comprehensive Strength Training Interventions to Improve Muscular Fitness and Perceived Physical Competence in Chinese Male Adolescents. *BioMed Research International*, 2022, 7464815. <https://doi.org/10.1155/2022/7464815>

Datos de los/as autores/as

Eduardo Mateos-Martín
 Josué Prieto-Prieto
 Jakeline López-Rodríguez

eduardomm@usal.es
 josueprieto@usal.es
 jakeline_lopez@usal.es

Autor y traductor
 Autor
 Autora

