



## Análisis psicométrico de tests de fitness muscular y propuesta de batería de tests para Educación Física en Educación Primaria

*Psychometric analysis of muscular fitness tests and proposal of a test battery for Physical Education in Primary Education*

### Autores

Pepe Vanaclocha-Amat <sup>1</sup>  
 Víctor Manuel Valle-Muñoz <sup>2</sup>  
 Javier Molina-García <sup>3</sup>  
 Emilio Villa-González <sup>4</sup>

<sup>1,3</sup> Universidad de Valencia  
 (España)

<sup>2,4</sup> Universidad de Granada  
 (España)

Autor de correspondencia:  
 Pepe Vanaclocha-Amat  
 peva2@alumni.uv.es

### Cómo citar en APA

Vanaclocha-Amat, P., Valle-Muñoz, V. M., Molina-García, J., & Villa-González, E. (2025). Análisis psicométrico de tests de fitness muscular y propuesta de batería de tests para Educación Física en Educación Primaria. *Retos*, 63, 222-236. <https://doi.org/10.47197/retos.v63.107564>

### Resumen

**Introducción y Objetivos:** La inactividad física y los bajos niveles de fitness muscular son cada vez más comunes en niños y adolescentes, especialmente después de las restricciones ocasionadas por el COVID-19. Esto suscita la necesidad de evaluar el fitness muscular como componente de la condición física vinculado a la salud en esta población, sin embargo, no existe una batería exclusiva adaptada para las clases de Educación Física. Por ello, en este estudio se realiza un análisis psicométrico de diferentes tests para evaluar el fitness muscular en niños de 6 a 12 años y se propone una batería integral adaptada al contexto escolar.

**Metodología:** Se realizó una revisión de tests de fitness muscular teniendo en cuenta artículos de revisión sistemática y meta-análisis de los últimos 20 años. De los 28 tests iniciales, 14 cumplieron los criterios de validez y fiabilidad tras una búsqueda en diversas bases de datos como Web of Science, Scopus, PubMed y Google Scholar. Estos 14 tests se puntuaron atendiendo a su validez, fiabilidad, viabilidad por coste-eficacia para el contexto escolar y adaptabilidad inclusiva. Finalmente, se seleccionaron 6 tests considerados integrales ( $\geq 0.75$ ).

**Resultados:** Se propone una batería integral con 6 tests: fuerza de prensión manual, salto de longitud desde parado a pies juntos, flexiones, sentadillas a dos piernas, abdominales curl-up y lanzamiento de balón medicinal.

**Conclusión:** La batería propuesta facilita la evaluación del fitness muscular en niños, permitiendo a los docentes diseñar programas adaptados, realizar un seguimiento del progreso y promover la concienciación sobre la salud.

### Palabras clave

Contexto escolar; evaluación; fuerza muscular; niños; salud.

### Abstract

**Introduction and Objectives:** Physical inactivity and low levels of muscular fitness are increasingly common among children and adolescents, especially following the restrictions caused by the COVID-19 pandemic. This highlights the need to assess muscular fitness as a component of physical fitness linked to health in this population. However, there is no exclusive battery of tests adapted to Physical Education classes. Therefore, this study conducts a psychometric analysis of different tests to evaluate muscular fitness in children aged 6 to 12 years and proposes an integral battery adapted to the school context.

**Methodology:** A review of muscular fitness tests was conducted, considering systematic reviews and meta-analyses from the last 20 years. Out of the initial 28 tests, 14 met the validity and reliability criteria after a research in various databases such as Web of Science, Scopus, PubMed, and Google Scholar. These 14 tests were subsequently evaluated based on their validity, reliability, cost-effectiveness for the school context, and inclusive adaptability. Finally, 6 tests were selected as integral ( $\geq 0.75$ ).

**Results:** An integral battery consisting of 6 tests is proposed: handgrip strength, standing long jump, push-ups, two-legged squats, curl-up abdominal test, and medicine ball throw.

**Conclusion:** The proposed battery facilitates the assessment of muscular fitness in children, enabling teachers to design adapted programs, monitor progress, and promote health awareness.

### Keywords

School context; assessment; muscular strength; children; health.

## Introducción

La inactividad física en la población infanto-juvenil es un problema creciente a nivel mundial (Guthold et al., 2020). En la actualidad, más del 80% de los niños y adolescentes no alcanzan los niveles mínimos de actividad física (AF) diaria recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Guthold et al., 2020), cuyas recomendaciones establecen realizar al menos 60 minutos diarios de AF de intensidad moderada a vigorosa (AFMV), al menos tres días a la semana, incluyendo ejercicios de fortalecimiento muscular y óseo. Estos datos coinciden con recientes hallazgos que indican que sólo entre el 30% de los jóvenes alcanzan la cantidad recomendada de AF diaria (Aubert et al., 2022) y sólo el 19% cumplieron con la recomendación de fortalecimiento muscular (García-Hermoso et al., 2022). Esta situación se ha agravado durante la pandemia de COVID-19, debido a las restricciones en la AF escolar y comunitaria (Karatzis et al., 2021; Neville et al., 2022), afectando negativamente los niveles de AF en los niños en los años posteriores (Hurter et al., 2022; Salway et al., 2023), lo que destaca la necesidad de intervenciones específicas para revertir esta tendencia.

El fitness muscular (FM) se concibe como un término global que incluye la fuerza, la potencia y la resistencia muscular (Stricker et al., 2020), entendiendo la fuerza muscular como la capacidad de generar fuerza con un músculo o grupo de músculos; la potencia muscular como el ritmo al que los músculos realizan trabajo y la resistencia muscular como la capacidad de realizar contracciones musculares repetidas con una carga submáxima (Smith et al., 2014). Según la literatura, los jóvenes con bajos niveles de FM tienen más probabilidades de permanecer inactivos y experimentar limitaciones funcionales durante su día a día, además de aumentar el riesgo de desarrollar enfermedades cardiometabólicas (Gomes et al., 2016) y discapacidad por todas las causas en etapas posteriores de la vida (Henriksson et al., 2018).

Ante la urgente necesidad de plantear programas para aumentar los niveles de AVMV y mejorar el FM en niños y jóvenes (García-Hermoso et al., 2022; Salway et al., 2023), se plantea el Entrenamiento de Fuerza Pediátrico (EFP) como una estrategia eficiente para esta población (Bull et al., 2020). El EFP consiste en trabajar con una amplia gama de resistencias, incluyendo movimientos con el propio peso corporal, máquinas, pesos libres (barras y mancuernas), bandas elásticas y balones medicinales, con el fin de mejorar el FM y consecuentemente la salud (Stricker et al., 2020). Diversas revisiones sistemáticas han resaltado los numerosos beneficios del trabajo del FM en los niños y adolescentes, incluyendo mejoras en la aptitud muscular, el rendimiento motor, la composición corporal, el IMC, la densidad mineral ósea, la presión arterial y el perfil lipídico (Lesinski et al., 2020; Stricker et al., 2020; Valle-Muñoz et al., 2022). Además, desde una perspectiva más psicológica, se han observado asociaciones positivas entre el FM y la función cognitiva y el rendimiento académico (Robinson et al., 2023), así como con la autoeficacia y autoestima en jóvenes (Collins et al., 2019). Todo esto hace entender el FM como uno de los componentes más relevantes de nuestra condición física y salud (Galancho-Reina et al., 2019).

No obstante, a pesar de los beneficios relacionados al incrementar los valores del FM en los jóvenes, en general, los centros educativos han demostrado resistencia a incorporar estas actividades en sus programas educativos, en gran medida debido a la falta de formación del profesorado de Educación Física (EF), familias y tutores en la materia, así como a la persistencia de mitos relacionados con el entrenamiento de fuerza en los niños (Faigenbaum et al., 2022; Fierro y Mello, 2024). Sin embargo, numerosas investigaciones han desmentido muchos de estos mitos. Por ejemplo, se ha comprobado que el entrenamiento de fuerza no afecta negativamente al crecimiento, sino que más bien fortalece los músculos y los huesos, contribuyendo al desarrollo apropiado de los jóvenes (Lloyd et al., 2014; Malina, 2006). Además, la literatura indica que el EFP es seguro y con un riesgo de lesiones menor o similar al de otras actividades deportivas realizadas por los niños y adolescentes (Faigenbaum y Myer, 2010), pudiendo llevarse a cabo por niños a partir de los 5 años, siempre que sean capaces de seguir instrucciones y muestren una madurez psicosocial óptima para atender a los feedbacks de un profesional cualificado (Myer et al., 2013).

El centro educativo se presenta como un entorno propicio para la adquisición de hábitos de vida saludable en la población joven (Chen et al., 2014; Ruiz, et al., 2011). Sin embargo, antes de implementar un programa de EFP, especialmente en el ámbito escolar, es recomendable realizar evaluaciones del estado físico de los estudiantes y establecer un punto de partida desde el cual se pretende progresar para la mejora de esta capacidad física. Una revisión sistemática y meta-análisis reciente analizó los efectos de



diversas intervenciones enfocadas en mejorar el FM dentro del contexto escolar (Villa-González et al., 2022) y concluyó que las intervenciones escolares basadas en ejercicios de fortalecimiento muscular y óseo realizados al menos 3 días por semana pueden servir para apoyar el desarrollo del FM en niños y, por lo tanto, mejorar su salud y bienestar. Igualmente, en la revisión se subrayó que, aun existiendo multitud de tests de evaluación del FM en el ámbito pediátrico, estos no están realmente adaptados al entorno escolar y a las clases de EF, mostrándose algunos inaccesibles y poco viables para los docentes.

En este sentido, parece estar clara la necesidad de evaluar distintos componentes de la condición física relacionada con la salud de los jóvenes, como es la capacidad músculo-esquelética, siendo de gran interés desde el ámbito educativo, así como desde el ámbito clínico y de la salud pública (Ruiz, et al., 2011). La atención temprana y la vigilancia epidemiológica posibilita el diseño de campañas educativas y la realización de programas específicos de intervención, con el objeto de mejorar el estado de salud y de reducir el riesgo de patologías crónicas en los jóvenes (Molinero, et al., 2010).

No obstante, aunque existen numerosas baterías de tests diseñadas para evaluar diversos aspectos de la condición física en edades tempranas, y muchas de ellas incluyen tests de FM (Castro-Piñero et al., 2010a), hasta la fecha, no se ha desarrollado una batería integral, adaptada para la asignatura de EF basada en tests específicamente diseñada para abarcar todas las dimensiones del FM: fuerza muscular, la potencia muscular y la resistencia muscular.

## Método

### *Procedimiento*

Para el análisis de las características psicométricas de los tests utilizados para evaluar el FM en población joven, se llevó a cabo una selección de aquellos más citados dentro de la literatura científica, teniendo en cuenta como criterio de inclusión los últimos 20 años y considerándose además dos artículos de revisión sistemática y meta-análisis que analizaron, por una parte, las baterías de tests de condición física en jóvenes (Castro-Piñero et al., 2010a) de las que seleccionamos aquellos tests para evaluar específicamente el FM (n=18); y por otra parte, las intervenciones de EFP en centros escolares de Educación Primaria (Villa-González et al., 2022) (n=44). Tras esta búsqueda, dos autores independientes realizaron el análisis de los 62 tests resultantes para su selección. Se descartaron los tests duplicados (n=37) y los tests modificados (n=3), para garantizar la comparabilidad, fiabilidad y validez de los resultados y mantener la consistencia metodológica, resultando en una selección de un total de 28 tests. Tras finalizar la fase de identificación, se llevaron a cabo diferentes búsquedas en bases de datos como Web of Science, Scopus, PubMed y Google Scholar, para determinar si los test elegidos presentaban características psicométricas de validez y fiabilidad. Aquellos tests en los que no existía una evidencia científica evidente por no presentar estas características fueron excluidos, resultando finalmente un total de 14 test para el análisis final. A partir de esta segunda revisión, y tras leer el texto completo donde se describían los test, se puntuaron y seleccionaron aquellos que se consideraron “integrales”, entendiendo este término como el hecho de poder aplicarse en un contexto académico real y dentro de las clases de EF, además de contemplar las 3 dimensiones del FM, constituyéndose así la presente “Batería de test integral para la evaluación del FM en EF”.

Para determinar la puntuación de los tests, cada uno de ellos fue puntuado en 4 rangos ((sin relación ( $r < 0,2$ ), débil ( $0,2 \leq r < 0,5$ ), moderada ( $0,5 \leq r < 0,8$ ) o fuerte ( $0,8 \leq r < 1,0$ )), asignando de 1 a 4 estrellas en función del rango determinado para cada uno de los siguientes criterios: validez; fiabilidad; viabilidad por coste-eficacia para la aplicación en el contexto escolar, en función del tiempo, el espacio, el material, la cualificación del evaluado y el entrenamiento previo necesario de los participantes (Shearer et al., 2021); así como la existencia en la literatura de una adaptación (test modificado) para estudiantes con diferentes niveles de habilidad. Finalmente, con una sencilla regla de tres se obtuvo la puntuación sobre 100 para cada test. Se consideraron “integrales” aquellos tests de FM que alcanzaron una puntuación psicométrica de  $\geq 0,75$ , ya que este umbral indica un nivel adecuado de consistencia interna y fiabilidad (Kline, 2015), lo que resulta esencial para su aplicación en contextos escolares de EF. Tras el análisis anterior, se realizó una última selección de los tests considerados integrales para que contemplaran la evaluación de la totalidad de los miembros corporales (superiores, inferiores y tronco), así como las tres dimensiones del FM (fuerza, potencia y resistencia muscular). Si finalmente, dos o más tests, que



evaluaban la misma dimensión del FM, eran considerados integrales se seleccionaba aquel test que obtuvo una mayor puntuación. La Figura 1 muestra el diagrama de flujo para la selección de los tests y la Tabla 2 la evaluación de la puntuación integral de cada uno de los test de FM.

Figura 1. Diagrama de flujo utilizado para la selección de los tests

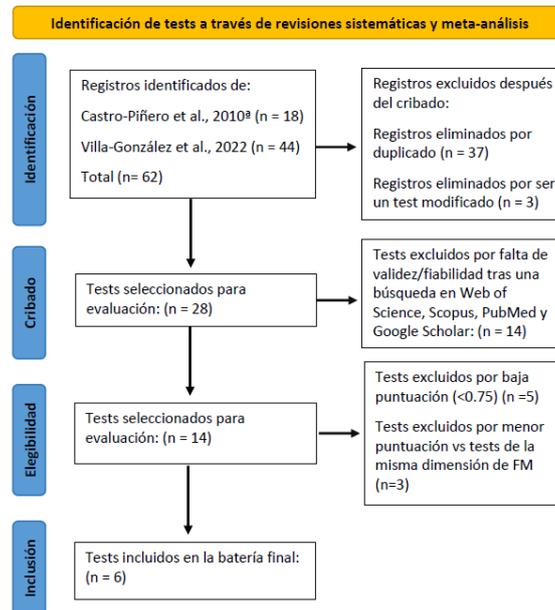


Tabla 1. Evaluación de la puntuación integral de cada test de FM

Dimensión de la fuerza	Zona corporal	Test	Validez	Fiabilidad	Viabilidad coste-eficacia (tiempo)	Viabilidad coste-eficacia (espacio)	Viabilidad coste-eficacia (material)	Viabilidad coste-eficacia (cualificación)	Viabilidad coste-eficacia (entrenamiento previo)	Adaptabilidad inclusiva	Puntuación integral
Fuerza muscular	Miembros superiores	Fuerza de prensión manual	***r = 0.79 (Fernández-Santos et al., 2016)	***ICC=0.98 (Fernández-Santos et al., 2016)	****	****	**	****	****	**	0.84
	Miembros inferiores	Fuerza máxima isocinética de los extensores y flexores de la rodilla	***r= 0.72-0.87 (Muff et al., 2016)	***ICC = 0.84-0.90 (Muñoz-Bermejo et al., 2019)	***	***	*	*	***	**	0.63
	Tronco	Extensión de tronco	*r=0.11-0.23 (Hannibal et al., 2006)	***ICC=0.85-0.98 (Patterson et al., 1997)	***	****	***	***	**	*	0.65
Fuerza muscular	Miembros superiores	Lanzamiento balón de baloncesto	***r = 0.69 (Fernández-Santos et al., 2016)	***ICC = 0.98 (Fernández-Santos et al., 2016)	****	**	***	***	***	****	0.81
		Lanzamiento de balón medicinal	**r = 0.34 (Davis et al., 2008)	****r= 0.88-0.94 (Davis et al., 2008)	****	****	***	***	***	****	0.84
		Salto de longitud desde parado a pies juntos	***r=0.70 (Fernández-Santos et al., 2015)	****r = 0.89 - 0.98 (Grgic, 2023)	****	****	****	***	***	*	0.81
		Salto unilateral	**r = 0.49 (Kamonseki et al., 2018)	****r = 82-0.97 (Faigenbaum et al., 2013 and 2015)	***	****	****	***	**	*	0.72
Potencia muscular	Miembros inferiores	Salto en Contramovimiento	**r=0.32-0.40 (Fernández-Santos et al., 2015)	***ICC = 0.94-0.95 (Fernández-Santos et al., 2015)	***	****	*	**	***	****	0.72
		Salto Vertical	***r = 0.70 (Castro-Piñero et al., 2010b)	***ICC= 0.93 (Safrit, 1995)	****	****	****	**	***	*	0.78
Resistencia muscular	Miembros superiores	Suspensión con brazos flexionados	****r = 0.88 (Clemons, 2014)	***ICC=0.95 (Viviana, 2013)	***	****	***	**	***	*	0.75
		Dominadas	**r=0.39 (Pate et al., 1993)	***ICC= 0.66-0.96 (Plowman, 2013)	****	****	***	**	**	***	0.72
		Flexiones	**r = 0.21-0.29 (Fernández-Santos et al., 2016)	***ICC=0.89 (Fawcett et al., 2014)	****	****	****	**	***	****	0.84



Miembros inferiores	Sentadillas a dos piernas	***r= 0.77 (Eken, 2020)	****ICC=0.93 (Eken, 2020)	***	****	****	**	***	****	0.84
Tronco	Abdominales curl-ups	***r=0.42-0.67 (Patterson et al., 2001)	****r = 0.81 - 0.85 (Patterson et al., 2001)	****	****	***	***	**	****	0.84
Crterios de puntuación		**** (0.5 ≤ r < 0.8)	**** (0.5 ≤ r < 0.8)	**** (<15')	**** (<6 m)	**** (0-10€)	**** (No. Cualquiera)	**** (No o muy poco)	**** (Existe. Viable)	
		*** (0.5 ≤ r < 0.8)	*** (0.5 ≤ r < 0.8)	*** (<30 min)	*** (6-10 m)	*** (10-50€)	*** (Maestro)	*** (Poco)	*** (Existe. Poco viable)	
		** (0.2 ≤ r < 0.5)	** (0.2 ≤ r < 0.5)	** (30-60 min)	** (10-20 m)	** (50-100€)	** (Maestro EF)	** (un día)	** (Existe. Inviabile)	
		* (< 0.2)	* (< 0.2)	* (>60 min)	* (>20 m)	* (>100 €)	* (Cualificación específica)	* (> un día)	* (No existe)	

Sin relación ( $r < 0,2$ ), débil ( $0,2 \leq r < 0,5$ ), moderada ( $0,5 \leq r < 0,8$ ) o fuerte ( $0,5 \leq r < 0,8$ ).

## Resultados

Tras el análisis detallado de las características psicométricas (validez, fiabilidad, viabilidad por coste-eficacia para el contexto escolar y adaptabilidad inclusiva) de los tests seleccionados para la evaluación del FM en niños, se han obtenido hallazgos que permiten proponer una batería integral para su implementación en el contexto escolar.

### Fuerza Muscular

Para los miembros superiores, observamos que el test de fuerza de presión manual destaca por su alta viabilidad coste-eficacia, obteniendo una puntuación integral de 0.84. Este resultado se debe a su fuerte fiabilidad (ICC=0.98) y validez ( $r=0.79$ ) presentada en niños (Fernández-Santos et al., 2016), además de requerir muy poco tiempo, espacio y material para su ejecución, lo que facilita su aplicación en las clases de EF.

### Potencia Muscular

Para medir la potencia muscular de los miembros superiores, el tests de lanzamiento de balón medicinal demuestra ser altamente fiable (ICC=0.98) y presenta una validez aceptable ( $r=0.34$ ) (Davis et al., 2008). Su viabilidad se ve reforzada por la baja demanda de recursos materiales y adaptabilidad para estudiantes con diferentes niveles de habilidad.

Para los miembros inferiores, el salto de longitud desde parado a pies juntos (SLJ en inglés) destaca con una puntuación integral de 0.81, evidenciando su efectividad para medir la potencia muscular de las piernas. Este test se beneficia de su alta fiabilidad ( $r=0.89-0.98$ ) y validez ( $r=0.70$ ) (Fernández-Santos et al., 2015), además de requerir mínimos recursos materiales y espaciales, lo que lo hace especialmente adecuado para el entorno escolar.

### Resistencia Muscular

En la zona de los miembros superiores, el test de flexiones muestra una alta viabilidad con una puntuación integral de 0.84, gracias a su alta fiabilidad ( $r=0.89$ ) (Fawcett et al., 2014) y adecuada validez ( $r=0.21-0.29$ ) (Fernández-Santos et al., 2016), junto con la ventaja de no requerir material específico y ser fácilmente adaptable a diferentes niveles de condición física. Para los miembros inferiores, el test de sentadillas a dos piernas se posiciona como el más viable, con una puntuación integral igualmente alta de 0.84, debida a su validez ( $r=0.77$ ) y fiabilidad (ICC=0.93) (Eken, 2020), así como su adaptabilidad a diferentes espacios y contextos sin necesidad de material costoso o cualificaciones específicas para su aplicación.

Para la resistencia muscular del tronco, el test de abdominales curl-up se considera adecuado para medir la resistencia del tronco debido a su buena validez ( $r=0.42-0.67$ ) y fuerte fiabilidad ( $r=0.81-0.85$ ) (Patterson et al., 2001). Además, no requiere equipo especializado ni grandes espacios, facilitando su implementación en el contexto escolar. El test, con una puntuación integral de 0.84, es fácilmente adaptable para estudiantes que presentan niveles de condición física diferentes, promoviendo la inclusión y una evaluación equitativa.

### Batería integral para la evaluación del FM en EF

Tras el análisis de los 14 tests de FM, hemos seleccionado un total de 6 para la batería propuesta por los autores, teniendo en cuenta que tengan una puntuación integral alta, que la evaluación global integre

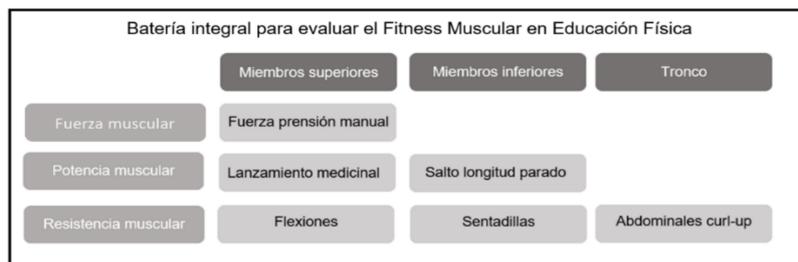


las estructuras corporales principales (miembros superiores, inferiores y tronco) y que se cubran las tres dimensiones mencionadas anteriormente que componen la FM: fuerza, potencia y resistencia muscular (Stricker et al., 2020). Cabe destacar que esta batería es inclusiva con alumnado con baja condición física o sobrepeso, ya que ha sido diseñada para permitir la participación de estudiantes con diferentes capacidades físicas, mediante las adaptaciones de los tests con mayor dificultad de ejecución (p.e: el test de flexiones se realizará apoyando las rodillas, durante las sentadillas el examinador realizará los movimientos simultáneamente tomando las manos del participante, en el curl-up se realizarán repeticiones parciales hasta que los dedos toquen las rodillas en vez de la cinta de medición entre los pies, y el lanzamiento de balón medicinal tendrá un peso menor, por ejemplo 1 o 2 Kg, para facilitar la ejecución).

Además, se ha considerado de manera explícita la perspectiva de género para evitar que los tests perpetúen estereotipos asociados a un género en particular. Los criterios de evaluación y los materiales utilizados son neutros, permitiendo que tanto niños como niñas los realicen sin predisposiciones sociales que favorezcan a un género sobre el otro. También se ha tenido en cuenta que los niveles de referencia y las pautas de ejecución sean equitativos y no reflejen expectativas sesgadas que puedan desincentivar a las niñas o a los niños a participar plenamente en las pruebas. En este sentido, se promueve una equidad en la participación, donde ambos sexos puedan rendir al máximo de sus capacidades físicas sin sentirse limitados por constructos sociales.

Finalmente, esta batería es eficiente en cuanto al tiempo necesario para su ejecución (aproximadamente 60 minutos para un grupo de 20 estudiantes, con una ratio de evaluación de 1:10) y requiere muy poco material, lo que facilita su implementación en entornos escolares, favoreciendo la participación equitativa y sin restricciones por género ni capacidades físicas. La Figura 2 muestra un resumen de la batería de tests de FM.

Figura 2. Batería integral para evaluar el FM en EF



Los resultados obtenidos subrayan la importancia de seleccionar tests que no sólo sean consistentes desde el punto de vista psicométrico, sino también teniendo en cuenta variables de viabilidad en términos de coste-eficacia, facilidad de implementación y adaptabilidad inclusiva, con el fin de promover una evaluación del FM accesible en el contexto escolar.

En el material adicional se incluye el desarrollo de las recomendaciones para aplicar la batería de tests de evaluación del FM (Tabla 2), una descripción de cada prueba con sus adaptaciones, y las características y materiales necesarios. Este enlace incluye un vídeo demostrativo del desarrollo de los tests para una mayor precisión en su aplicación: <https://youtu.be/oYUMygZVQAQ>

Tabla 2. Recomendaciones para la aplicación práctica de la batería integral para la evaluación del FM en EF

- ✓ Abstenerse de realizar ejercicio intenso durante al menos 48 horas previas.
  - ✓ Vestir ropa deportiva cómoda y calzado adecuado.
- ✓ Organizar las mediciones en forma de circuito intentando alternar los grupos musculares y estructuras corporales.
  - ✓ Distribuir a los participantes por parejas o tríos.
  - ✓ Proporcionar mensajes constantes de ánimo y de participación.
- ✓ Antes de los tests, conocer el historial médico de los participantes y/o completar un cuestionario como el "Physical Activity Readiness Questionnaire" (PAR-Q).
  - ✓ La evaluación será interrumpida ante cualquier síntoma o problema.

## Discusión

En el presente estudio, los autores realizan una propuesta de una batería integral con un total de 6 tests de campo válidos, seguros y viables para evaluar el FM de niños de 6-12 años en contexto escolar, concretamente para el área de EF. Esta batería es eficiente en cuanto al tiempo necesario para su ejecución y requiere muy poco material, además es inclusiva y respeta la perspectiva de género, ya que permite la participación de estudiantes con diferentes capacidades físicas mediante adaptaciones específicas en los tests más exigentes, y tanto los criterios de evaluación, pautas de ejecución y materiales necesarios para las pruebas son neutros para evitar estereotipos asociados al género.

A pesar de que existe una amplia variedad de baterías de tests diseñadas para evaluar diversos aspectos de la condición física en población infantil y juvenil, hasta la fecha no existe una batería de tests específicamente diseñada para abarcar de manera global a todos los subdominios del FM: la fuerza, la potencia y la resistencia muscular (Stricker et al., 2020) en niños de entre 6 y 12 años.

Se ha decidido evaluar el FM de forma aislada de otras capacidades debido a que, como algunos autores revelan, es uno de los aspectos más relevantes de la condición física y ejerce una gran influencia en la salud en aspectos físicos, psicológicos y cognitivos (Galancho-Reina et al., 2019; Valle-Muñoz et al., 2022). En este sentido, la evaluación del FM en todas sus dimensiones, a través de la batería integral propuesta, podría proporcionar evidencia adicional de la eficacia de los programas escolares y las conductas aprendidas en el rendimiento motor y la salud de los estudiantes, además de ayudar a la detección de forma temprana en la pérdida de FM debida al estilo de vida sedentario y que constituye la base para el resto de componentes del fitness pediátrico (Faigenbaum et al. 2015). A continuación, se detallan algunos de los motivos por los cuales los autores han seleccionado dichos test.

En primer lugar, los test de fuerza de prensión manual y el salto de longitud desde parado a pies juntos, incluidos en la batería integral, son los dos tests que mayor evidencia científica arrojan en cuanto a validez y fiabilidad, y con una correlación positiva respecto a diversos indicadores de salud como la resistencia cardiovascular y la composición corporal (Ortega et al., 2008; Smith et al., 2014). Además, ambos tests reportan asociaciones altas con respecto a la parte superior e inferior del cuerpo y la fuerza en general de niños y adolescentes, lo que sugiere que son buenos indicadores de fuerza muscular general (Castro-Piñero et al., 2010a; Wind et al., 2009). La aplicación de estos dos tests en el contexto escolar no presenta dudas por parte del alumnado a la hora de su evaluación y su puesta en práctica, siendo pruebas fáciles de administrar y explicar, además de no poseer sensación de malestar o dolor muscular a posteriori de su realización (España-Romero et al., 2010).

Por una parte, el test de fuerza de prensión manual tiene una validez moderada-fuerte ( $r=0.79$ ) cuando se compara con el 1RM (una repetición máxima) en press banca y una fiabilidad fuerte ( $ICC=0.98$ ) en niños (Fernández-Santos et al., 2016). Otros estudios como el de Castro-Piñero et al. (2010a) encontraron una asociación alta entre la fuerza de prensión manual y la fuerza isométrica de los miembros superiores e inferiores en adolescentes ( $R^2=0.73-0.77$  y  $0.45-0.69$  respectivamente). Por otra parte, el test de fuerza de prensión manual muestra una correlación positiva con diferentes parámetros de salud en niños y adolescentes, como una disminución de la muerte prematura por enfermedad cardiovascular y suicidio, o menor percepción del estrés y estados de ánimo depresivos (Hwang et al., 2021; Ortega et al., 2012).

Debido a sus buenos resultados psicométricos, sumados a su alta puntuación en cuanto a coste-eficacia y su relación directa con la salud, el test de prensión manual se presenta como una prueba adecuada para ser aplicada en EF. No obstante, cabe destacar que el instrumento de evaluación tiene un precio elevado. Una de las marcas más utilizadas en estudios de investigación es el dinamómetro digital TKK (Takey, Tokio Japón), siendo por tanto muy recomendable para la medición en la población joven (Ruiz et al., 2011). Igualmente, aunque existen modelos más económicos en el mercado, pueden llegar a presentar una menor fiabilidad. Además, debemos de tener en consideración las diferencias en el tamaño de las manos entre los jóvenes y establecer un ajuste óptimo del dispositivo para que las pruebas sean válidas, diferenciándose también diferentes tipos de dinamómetro, como es el digital o el analógico.

Por otro lado, el salto de longitud desde parado a pies juntos, conocido en la literatura inglesa como SLJ, es una prueba de campo ampliamente utilizada para medir la potencia muscular y la fuerza explosiva de los miembros inferiores, con correlaciones de moderadas a fuertes con pruebas de fuerza de piernas



( $r=0.70$ ) en jóvenes (Fernández-Santos et al., 2015), como por ejemplo, el salto vertical, salto en cuclillas y Salto con Contramovimiento ( $R^2=0.83-0.86$ ) (Castro-Piñero et al., 2010b), hasta el punto de considerarse, históricamente, la distancia alcanzada durante el SLJ como una medida sustituta de la potencia muscular de los miembros inferiores del cuerpo por estrecha relación (Ruiz et al., 2009). El SLJ también muestra relación con diferentes tests de la parte superior del cuerpo (lanzamiento de balón de baloncesto, flexiones o fondos de brazos y fuerza isométrica) ( $R^2=0.69-0.85$ ), lo que sugiere que el SLJ es un buen indicador de la fuerza muscular general corporal (Castro-Piñero et al., 2010b). Esta prueba muestra también una alta fiabilidad test-retest en jóvenes ( $r=0.89 - 0.98$ ) (Grgic, 2023). Es importante destacar que el SLJ es una evaluación práctica, económica y fácil de administrar e interpretar en comparación con otras pruebas de los miembros inferiores como la fuerza máxima isocinética de los extensores y flexores de la rodilla o el Salto con Contramovimiento de potencia, que requieren un equipamiento más sofisticado y/o técnicas específicas de evaluación. Por lo tanto, el SLJ se presenta como una herramienta adecuada para la evaluación de la potencia muscular de los miembros inferiores en niños, demostrando ser práctica, eficaz en cuanto al tiempo, económica y que requiere poco equipamiento (Fernández-Santos, et al., 2015).

El test de flexiones o fondos de brazos muestra una asociación relativamente baja con la prueba del 1RM en press banca ( $r=0.21$ ), aunque esta asociación aumenta cuando el test de flexiones se estandariza por la masa corporal ( $r=0.29$ ) (Fernández-Santos et al., 2016). Otro estudio previo determinó la validez de la prueba en 0.70 (Rutherford y Corbin, 1993), y una fiabilidad alta (ICC=0.98) (Saint Romain y Mahar, 2001). Así pues, la adaptación del test de flexiones modificadas con rodillas (National Youth Physical Program, 2023) demostró una validez moderada ( $r=0.52$ ) y una fiabilidad alta (ICC=0.89) (Fawcett et al., 2014).

Por otro lado, el test de abdominales curl-up muestra una validez moderada ( $r=0.42-0.67$ ) y una fiabilidad alta ( $r=0.81-0.85$ ) (Patterson et al., 2001), aunque en el Manual FITNESSGRAM®, Plowman (2013) se destaca que es difícil medir la validez del curl-up debido a que no existe un método gold standard para comparar. Además, la mayoría de los estudios que han tratado de determinar su validez, lo han hecho comparando con ejercicios en isometría, aunque, los resultados pueden llegar a ser dispares y poco fiables porque los músculos que se activan en la flexión del tronco son distintos para cada uno de los test. Así mismo, se señala que un estudio realizado por Ball (1993), se determinó una validez de ( $r=0.57$ ) cuando se comparó con el 1RM de la flexión de tronco.

Tanto el test de flexiones como el de abdominales curl-up destacan por su viabilidad a la hora de administrarse a un volumen de escolares (Plowman, 2013), lo cual es un punto más a su favor. Además, estas dos pruebas, recomendadas por el reconocido Manual FITNESSGRAM®, tienen algunas ventajas importantes sobre otras pruebas ya que no requieren equipo y se producen muy pocas puntuaciones nulas. Se han excluido pruebas como la suspensión con brazos flexionados, dominadas y el test de elevación de tronco debido a sus requisitos específicos de equipamiento y técnicas avanzadas para niños de 6-12 años.

Para evaluar la resistencia muscular de los miembros inferiores en niños, autores como Eken et al., (2016) defienden que una prueba válida es el test de sentadillas a dos piernas, argumentando que tras pruebas electromiográficas durante su práctica, los estudiantes experimentaron fatiga muscular (en recto femoral y vasto medial) cuando realizaron el máximo número de repeticiones posibles, demostrando una validez de 0.77 y una fiabilidad de 0.93 (Eken, 2020). Los investigadores establecieron, para la prueba, un máximo de 20 repeticiones para niños con normal desarrollo, sin embargo, en la práctica la propia experiencia indica que, aunque hay niños que no llegan a las 20 repeticiones máximas, porque sus piernas experimentan fatiga muscular antes, no obstante, un gran porcentaje superan esta barrera, por lo que la propuesta para este test es establecer un máximo de 40 repeticiones profundas. Este test, tal y como proponen estos autores, se puede adaptar con ayuda del examinador, tomando las manos del participante y realizando las sentadillas simultáneamente (Eken et al., 2016), por lo que sería una prueba adecuada para medir la resistencia muscular de los miembros inferiores en el contexto escolar.

Finalmente, para la evaluación de la potencia de los miembros superiores, el lanzamiento de balón medicinal, resultó ser el test más integral. Bompa (2007) hizo referencia a la utilización de los balones medicinales como un modo adecuado de evaluación de la fuerza. Así pues, tal y como han indicado algunos autores, el lanzamiento de balón medicinal es una prueba válida ( $r=0.34$ ) y fiable ( $r=0.88-0.94$ ) para evaluar la potencia muscular (Davis et al., 2008). Esta prueba es fácilmente adaptable tanto para niños



pequeños como para aquellos con baja competencia motriz o fuerza utilizando un balón medicinal con un peso de 1 o 2 Kg para facilitar la ejecución del lanzamiento (ICC=0.98) (Alves et al., 2016).

Cabe destacar que la batería integral para evaluar el FM en EF que se propone tiene un enfoque principal en la evaluación de la salud. Esto se basa en la sólida evidencia científica que establece una correlación positiva entre el FM y múltiples marcadores de salud en niños (Stricker et al., 2020; Valle et al., 2022), así como su relación con la prevención de enfermedades crónicas y el bienestar general de los jóvenes (Faigenbaum et al., 2016). De este modo, evaluar el FM como componente de la condición física relacionada con la salud en el entorno escolar permitirá el diseño de campañas educativas y programas específicos de intervención destinados a mejorar la salud y reducir el riesgo de enfermedades crónicas en los jóvenes (Moliner, et al., 2010), y el área de EF es el contexto idóneo para estos objetivos (Ruiz, et al., 2011).

Además, aunque la batería esté diseñada principalmente para la evaluación de la salud en el ámbito de la EF, algunos de los tests incluidos (p.e: la fuerza de prensión manual o el SLJ) pueden ofrecer información para el rendimiento físico ya que en el ámbito deportivo, la fuerza muscular se traduce en una mayor potencia y capacidad de ejecución en disciplinas como el salto, la carrera y la agilidad. En consecuencia, se presenta una batería versátil y de gran utilidad para identificar problemas de salud como para el seguimiento y mejora del rendimiento físico de los jóvenes.

### ***Consideraciones prácticas para docentes de EF***

Se recomienda llevar a cabo mediciones del FM en diferentes momentos del curso escolar, por ejemplo, una evaluación inicial al principio del curso para determinar el estado físico de los estudiantes contrastando los resultados con tablas de referencia. Esta evaluación inicial nos proporciona información valiosa para diseñar una programación de EF que sea segura y efectiva, y seleccionar actividades y ejercicios que sean apropiados para el nivel de condición física de los estudiantes, además de servir como punto de referencia para medir el progreso de los estudiantes a lo largo del tiempo. Conjuntamente, se recomienda que otro momento de evaluación sea a los 4 o 5 meses de la evaluación inicial, para tener una medición de control formativa, que permita realizar nuevos ajustes en la programación, y una evaluación más al final del curso escolar. Cabe destacar también que el uso de esta batería puede servir para promover la conciencia de la salud en los estudiantes al conocer su propio estado de condición física, así como tomar decisiones más saludables en su vida cotidiana.

Así pues, aunque la evaluación del FM cada día cobra un papel más importante en la determinación del estado de salud entre niños tal y como nos indica la OMS en su última actualización (Bull, 2020), el docente de EF no debe de pasar por alto la evaluación de otros componentes físicos de la condición física relacionada con la salud, como son: la capacidad cardiorrespiratoria, la capacidad motora, y la composición corporal. Esta evaluación puede llevarse a cabo mediante diferentes estrategias metodológicas para adaptar diferentes baterías a la etapa escolar, incluida la que se propone en este artículo, mediante, por ejemplo, los cuentos motores, de modo que se incluyan las pruebas a realizar de una forma atractiva y motivante (Cadenas-Sanchez et al., 2016). Así pues, para facilitar el proceso de evaluación y seguimiento de la condición física, se sugieren utilizar sistemas de vigilancia, como por ejemplo la plataforma FitBack (Carraro et al., 2023), que permite introducir los resultados de diferentes pruebas de condición física para cada estudiante, y proporciona una evaluación del riesgo para la salud, además de una comparación de las puntuaciones basada en datos europeos.

## **Conclusiones**

En este estudio, se ha propuesto una batería integral de 6 tests para evaluar el FM en niños de Educación Primaria (6 a 12 años) dentro del contexto escolar, específicamente en el área de EF. Esta batería, diseñada para ser eficiente en términos de tiempo y recursos, permite medir las tres dimensiones del FM—fuerza, potencia y resistencia muscular—en las principales estructuras corporales (miembros superiores, inferiores y tronco). Tras analizar 28 tests candidatos, se seleccionaron 14 que cumplían con criterios psicométricos de validez y fiabilidad, de las cuales se escogieron finalmente 6 tests integrales—con una puntuación de  $\geq 0.75$ —considerando su validez, fiabilidad, coste-eficacia y adaptabilidad inclusiva. Los tests seleccionados incluyen: fuerza de prensión manual, salto de longitud desde parado a pies jun-

tos, flexiones, sentadillas a dos piernas, abdominales curl-up y lanzamiento de balón medicinal. La batería propuesta es inclusiva y neutral en género, con adaptaciones en los tests más exigentes y sin estereotipos en criterios y materiales. En definitiva, esta batería integral representa una herramienta valiosa para los docentes, ya que facilita la evaluación del FM en sus estudiantes, permite diseñar programas de EF adaptados a las necesidades individuales, fomenta la concienciación sobre la salud y posibilita el seguimiento del progreso a lo largo del tiempo, contribuyendo de forma significativa a la promoción de la salud y el bienestar en el ámbito escolar.

## Referencias

- Aubert, S., Barnes, J. D., Demchenko, I., Hawthorne, M., Abdeta, C., Nader, P. A., Sala, J. C. A., Aguilar-Farías, N., Aznar, S., Bakalár, P., Bhawra, J., Brazo-Sayavera, J., Bringas, M., Cagas, J. Y., Carlin, A., Chang, C., Chen, B. Z., Christiansen, L. B., Christie, C. J., ... Tremblay, M. S. (2022). Global Matrix 4.0 Physical Activity Report Card Grades for Children and Adolescents: Results and Analyses From 57 Countries. *Journal Of Physical Activity And Health*, 19(11), 700-728. <https://doi.org/10.1123/jpah.2022-0456>
- Bohannon, R. W., Steffl, M., Glenney, S. S., Green, M., Cashwell, L., Prajerova, K., & Bunn, J. (2018). The prone bridge test: Performance, validity, and reliability among older and younger adults. *Journal of bodywork and movement therapies*, 22(2), 385-389. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.07.005>
- Ball, T. E. (1993). The predictability of muscular strength and endurance from calisthenics. *Res Q Exerc Sport*, 64, A39.
- Bompa, T. (2007). Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento. Barcelona, España: Hispano Europea. Recuperado de: [https://books.google.co.cr/books?id=L2yxtGPAXacC&printsec=front-cover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.cr/books?id=L2yxtGPAXacC&printsec=front-cover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., ... & Kang, J. (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>
- Cadenas-Sanchez, C., Martinez-Tellez, B., Sanchez-Delgado, G., Mora-Gonzalez, J., Castro-Piñero, J., Löf, M., ... & Ortega, F. B. (2016). Assessing physical fitness in preschool children: Feasibility, reliability and practical recommendations for the PREFIT battery. *Journal of science and medicine in sport*, 19(11), 910-915. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.02.003>
- Carraro, A., Santi, G., Colangelo, A., Mäestu, J., Milošević, V., Morrison, S. A., ... & Jurak, G. (2023). Usability evaluation of the international FitBack web portal for monitoring youth fitness. *Sport Sciences for Health*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11332-023-01117-0>
- Castro-Piñero, J., Artero, E. G., España-Romero, V., Ortega, F. B., Sjöström, M., Suni, J., & Ruiz, J. R. (2010). Criterion-related validity of field-based fitness tests in youth: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 44(13), 934-943. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.058321>
- Castro-Piñero, J., Ortega, F. B., Artero, E. G., Girela-Rejón, M. J., Mora, J., Sjöström, M., & Ruiz, J. R. (2010). Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(7), 1810-1817. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ddb03d>
- Chen, S., Kim, Y., & Gao, Z. (2014). The contributing role of physical education in youth's daily physical activity and sedentary behavior. *BMC Public Health*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-110>
- Clemons, J. M. (2014). Construct Validity of a Modification of the Flexed Arm Hang Test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3523-3530. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000601>
- Collins, H., Booth, J. N., Duncan, A., Fawcner, S., & Niven, A. (2019). The effect of resistance training interventions on 'the self' in youth: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine-Open*, 5, 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0205-0>
- Davis, K. L., Kang, M., Boswell, B. B., DuBose, K. D., Altman, S. R., & Binkley, H. M. (2008). Validity and reliability of the medicine ball throw for kindergarten children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 1958-1963. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181821b20>



- Eken, M. M., Harlaar, J., Dallmeijer, A. J., de Waard, E., van Bennekom, C. A. M., & Houdijk, H. (2016). *Squat test performance and execution in children with and without cerebral palsy*. *Clinical Biomechanics*, *41*, 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2016.12.006>
- Eken, M. M., Dallmeijer, A. J., Buizer, A. I., Hogervorst, S., Van Hutten, K., Piening, M., ... & Houdijk, H. (2020). Intraobserver reliability and construct validity of the squat test in children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*, *32*(4), 399-403. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000736>
- España-Romero, V., Artero, E. G., Jiménez-Pavón, D., Cuenca-García, M., Ortega, F. B., Castro-Piñero, J., Sjöström, M., Castillo, M. J., & Ruiz, J. R. (2010). Assessing Health-Related Fitness Tests in the School Setting: Reliability, Feasibility and Safety; The ALPHA Study. *International Journal Of Sports Medicine*, *31*(07), 490-497. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1251990>
- Eurofit (1993). Handbook for the EUROFIT tests of Physical Fitness. 2<sup>nd</sup> ed. *Strasbourg: Council of Europe, Committee for the Development of Sport*. 75 p.
- Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (2010). Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *British Journal of Sports Medicine*, *44*(1), 56-63. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.068098>
- Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2016). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(5), S60-S79. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819df407>
- Faigenbaum, A. D., Bush, J. A., McLoone, R. P., Kreckel, M. C., Farrell, A., Ratamess, N. A., & Kang, J. (2015). Benefits of Strength and Skill-based Training During Primary School Physical Education. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *29*(5), 1255–1262. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000812>
- Faigenbaum, A. D., Straccolini, A., MacDonald, J. P., & Rebullido, T. R. (2022). Mythology of youth resistance training. *British Journal of Sports Medicine*, *56*(17):997-998. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-105804>
- Fawcett, M., & DeBeliso, M. (2014). The validity and reliability of push-ups as a measure of upper body strength for 11-12 year-old females. *Journal of Fitness Research*, *3*(1), 4-11. Recuperado de: <https://research.usc.edu.au/esploro/outputs/journalArticle/The-Validity-and-Reliability-of-Push-Ups/99448948402621>
- Fernández-Santos, J. R., Ruiz, J. R., Cohen, D. D., Gonzalez-Montesinos, J. L., & Castro-Piñero, J. (2015). Reliability and validity of tests to assess lower-body muscular power in children. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *29*(8), 2277-2285. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000864>
- Fernández-Santos, J. R., Ruiz, J. R., Gonzalez-Montesinos, J. L., & Castro-Piñero, J. (2016). Reliability and Validity of Field-Based Tests to Assess Upper-Body Muscular Strength in Children Aged 6-12 Years. *Pediatric Exercise Science*, *28*(2), 331–340. <https://doi.org/10.1123/pes.2015-0196>
- Fierro, E., & Mello, J. (2024). Entrenamiento de fuerza para niños, niñas y adolescentes: diferentes estrategias para su desarrollo. *Journal of Movement & Health*, *21*(2). [https://doi.org/10.5027/jmh-Vol21-Issue2\(2024\)art198](https://doi.org/10.5027/jmh-Vol21-Issue2(2024)art198)
- Galancho-Reina, I., Sánchez-Oliver, A. J., González-Matarín, P., Butragueño, J., Bandera-Merchán, B., Suárez-Carmona, W., Isidro-Donate, F., Tinahones, F. J., & Macías-González, M. (2019). The Role of Muscle Tissue and Resistance Training in Cardiometabolic Health. *Journal Of Biomedical Research & Environmental Sciences*, *3*(1), 001-012. Recuperado de: <https://www.scireslit.com/SportsMedicine/IJSSM-ID34.pdf>
- García-Hermoso, A., López-Gil, J. F., Ramírez-Vélez, R., Alonso-Martínez, A. M., Izquierdo, M., & Ezzatvar, Y. (2022). Adherence to aerobic and muscle-strengthening activities guidelines: a systematic review and meta-analysis of 3.3 million participants across 32 countries. *British Journal Of Sports Medicine*, *57*(4), 225-229. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-106189>
- Gomes, T. N., Santos, F. K. D., Katzmarzyk, P. T., & Maia, J. (2016). Active and strong: physical activity, muscular strength, and metabolic risk in children. *American Journal Of Human Biology*, *29*(1). <https://doi.org/10.1002/ajhb.22904>
- Grgic, J. (2023). Test–retest reliability of the EUROFIT test battery: A review. *Sport Sciences for Health*, *19*(2), 381-388 <https://doi.org/10.1007/s11332-022-00936-x>



- 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)
- Hannibal, N. S., Plowman, S. A., Looney, M. A., & Brandenburg, J. (2006). Reliability and validity of low back strength/muscular endurance field tests in adolescents. *Journal of Physical Activity and Health*, 3(s2), S78-S89. <https://doi.org/10.1123/jpah.3.s2.s78>
- Henriksson, H., Henriksson, P., Tynelius, P., & Ortega, F. B. (2018). Muscular weakness in adolescence is associated with disability 30 years later: a population-based cohort study of 1.2 million men. *British Journal Of Sports Medicine*, 53(19), 1221-1230. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098723>
- Holm, I., P. Fredriksen, M. Fosdahl, and N. Vollestad. 2008. A normative sample of isotonic and isokinetic muscle strength measurements in children 7 to 12 years of age. *Acta Paediatrica*, 97(5):602-607. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2008.00709.x>
- Hurter, L., McNarry, M., Stratton, G., & Mackintosh, K. (2022). Back to school after lockdown: The effect of COVID-19 restrictions on children's device-based physical activity metrics. *Journal of Sport and Health Science*. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.01.009>
- Hwang, I. C., Ahn, H. Y., & Choi, S. J. (2021). Association between handgrip strength and mental health in Korean adolescents. *Family Practice*. <https://doi.org/10.1093/fampra/cmab041>
- Imai, A., & Kaneoka, K. (2016). The relationship between trunk endurance plank tests and athletic performance tests in adolescent soccer players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(5), 718. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5046965/>
- Kamonseki, D. H., Cedin, L., Tavares-Preto, J., & Calixtre, L. B. (2018). Reliability, validity, and minimal detectable change of Side Hop Test in male children and adolescents. *Physical Therapy in Sport*. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.009>
- Karatzis, K., Pouliou, K. A., Papakonstantinou, E., & Zampelas, A. (2021). The Impact of Nutritional and Lifestyle Changes on Body Weight, Body Composition and Cardiometabolic Risk Factors in Children and Adolescents during the Pandemic of COVID-19: A Systematic Review. *Children*, 8(12), 1130. <https://doi.org/10.3390/children8121130>
- Kline, P. (2015). A Handbook of Test Construction (Psychology Revivals): Introduction to Psychometric Design. *Routledge*
- 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 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., Moody, J. A., ... & Myer, G. D. (2014). Position statement on youth resistance training: the 2014 International Consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 498-505. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092952>
- Malina, R. M. (2006). Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(6), 478-487. <https://doi.org/10.1097/01.jsm.0000248843.31874.be>
- Martínez, E. (2002). Pruebas de aptitud física. España, Barcelona: Paidotribo. Recuperado de: <https://colegio5010.com/wp-content/uploads/2018/10/Pruebas-de-aptitud-fisica-copia-2.pdf>
- Milliken, L. A., A. D. Faigenbaum, R. L. Loud, and W. L. Westcott. 2008. Correlates of upper and lower body muscular strength in children. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22(4):1339-1346 <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31817393b1>
- Molinero, O., Castro-Piñero, J., Ruíz, J. R., González Montesinos, J. L., Mora, J., & Márquez, S. (2010). Conductas de salud en escolares de la provincia de Cádiz. *Nutrición Hospitalaria*, 25(2), 280-289. <https://doi.org/10.3305/nh.2010.25.2.4579>
- Muff, G., Dufour, S., Meyer, A., Severac, F., Favret, F., Geny, B., ... & Isner-Horobeti, M. E. (2016). Comparative assessment of knee extensor and flexor muscle strength measured using a hand-held vs. isokinetic dynamometer. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(9), 2445-2451. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2445>
- Muñoz-Bermejo, L., Pérez-Gómez, J., Manzano, F., Collado-Mateo, D., Villafaina, S., & Adsuar, J. C. (2019). Reliability of isokinetic knee strength measurements in children: A systematic review and meta-

- analysis. *Plos One*, 14(12), e0226274. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226274>
- Myer, G. D., Lloyd, R. S., Brent, J. L., & Faigenbaum, A. D. (2013). How young is “too young” to start training?. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 17(5), 14. <https://doi.org/10.1249/FIT.0b013e3182a06c59>
- National Youth Physical Fitness Program. The United States Marines Youth Foundation. 10th Revised Edition. Recuperado de: [https://www.mcleaguelibrary.org/wp-content/uploads/2024/02/YPF\\_2024-Program-Guidelines.pdf](https://www.mcleaguelibrary.org/wp-content/uploads/2024/02/YPF_2024-Program-Guidelines.pdf)
- Neville, R. D., Lakes, K. D., Hopkins, W. G., Tarantino, G., Draper, C. E., Beck, R., & Madigan, S. (2022). Global changes in child and adolescent physical activity during the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatrics*. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2022.2313>
- Ortega, F. B., Artero, E. G., Ruiz, J. R., Vicente-Rodriguez, G., Bergman, P., Hagströmer, M., ... & Castillo, M. J. (2008). Reliability of health-related physical fitness tests in European adolescents. The HEL-ENA Study. *International Journal of Obesity*, 32(5), S49-S57. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.183>
- Ortega, F. B., Silventoinen, K., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2012). Muscular strength in male adolescents and premature death: cohort study of one million participants. *The BMJ*, 345(nov20 3), e7279. <https://doi.org/10.1136/bmj.e7279>
- Pate, R. R., Burgess, M. L., Woods, J. A., Ross, J. G., & Baumgartner, T. (1993). Validity of field tests of upper body muscular strength. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64(1), 17-24. <https://doi.org/10.1080/02701367.1993.10608774>
- Patterson, P., Rethwisch, N., & Wiksten, D. (1997). Reliability of the trunk lift in high school boys and girls. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 1(2), 145-151. [https://doi.org/10.1207/s15327841mpee0102\\_5](https://doi.org/10.1207/s15327841mpee0102_5)
- Patterson, P., Bennington, J., & La-Rosa, T. D. (2001). Psychometric properties of child-and teacher-reported curl-up scores in children ages 10–12 years. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72(2), 117-124. <https://doi.org/10.1080/02701367.2001.10608941>
- Plowman, S.A. (2013). Muscular Strength, Endurance, and Flexibility Assessments. In S. A. Plowman & M.D. Meredith (Eds.), *Fitnessgram/Activitygram Reference Guide (4th Edition) (pp. Internet Resource)*. Dallas, TX: The Cooper Institute, 8-1 - 8-55. Recuperado de: <https://fitnessgram.net/wp-content/uploads/2023/01/FITNESSGRAMACTIVITYGRAMReferenceGuide4thEd043015.pdf>
- 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>
- Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Sjörström, M., Suni, J., & Castillo, M. J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *British Journal Of Sports Medicine*, 43(12), 909-923. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.056499>
- Ruiz, J. R., España Romero, V., Castro Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca García, M., ... & Castillo, M. J. (2011). Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 26(6), 1210-1214. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.6.5270>
- Rutherford, W. J., & Corbin, C. B. (1993). Measuring upper body strength and endurance: Which test is best. *Kentucky AHPERD Journal*, 29(2), 20-24.
- Safrit, M. J. (1995). Introduction to measurement in physical education and exercise science. *Mosby-Year Book*.
- Saint Romain, B., & Mahar, M. T. (2001). Norm-referenced and criterion-referenced reliability of the push-up and modified pull-up. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 5(2), 67-80. [https://doi.org/10.1207/S15327841MPEE0502\\_1](https://doi.org/10.1207/S15327841MPEE0502_1)
- Salway, R., de Vocht, F., Emm-Collison, L., Sansum, K., House, D., Walker, R., ... & Jago, R. (2023). Comparison of children's physical activity profiles before and after COVID-19 lockdowns: a latent profile analysis. *Plos One*, 18(11), e0289344. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289344>
- Shearer, C., Goss, H. R., Boddy, L. M., Knowles, Z. R., Durden-Myers, E. J., & Foweather, L. (2021). Assessments related to the physical, affective and cognitive domains of physical literacy amongst children aged 7–11.9 years: a systematic review. *Sports Medicine-Open*, 7(1), 1-40.



<https://doi.org/10.1186/s40798-021-00324-8>

- Smith, J. J., Eather, N., Morgan, P. J., Plotnikoff, R. C., Faigenbaum, A. D., & Lubans, D. R. (2014). The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 44(9), 1209-1223. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0196-4>
- Stockbrugger, B. A., & Haennel, R. G. (2001). Validity and reliability of a medicine ball explosive power test. *The Journal of strength & conditioning research*, 15(4), 431-438. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2001\)0152.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2001)0152.0.CO;2)
- Stricker, P. R., Faigenbaum, A. D., & McCambridge, T. M. (2020). Resistance Training for Children and Adolescents. *Pediatrics*, e20201011. <https://doi.org/10.1542/peds.2020-1011>
- The President's Council on Physical Fitness and Sport. (2001). GET FIT! A Handbook For Youth Ages 6-17: How to get in shape to meet the President's Challenge. Recuperado de: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-HE20-PURL-LPS39913/pdf/GOVPUB-HE20-PURL-LPS39913.pdf>
- Tong, T. K., Wu, S., & Nie, J. (2014). Sport-specific endurance plank test for evaluation of global core muscle function. *Physical Therapy in Sport*, 15(1), 58-63. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2013.03.003>
- Valle, V., Vanaclocha-Amat, P., & Villa-González, E. (2022). Efectos del Entrenamiento de Fuerza Pediátrica sobre parámetros de salud en niños: una revisión sistemática. *Sportis. Scientific Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, 8(2), 283-308. <https://doi.org/10.17979/sportis.2022.8.2.8955>
- 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>
- Wind, A. E., Takken, T., Helders, P. J. M., & Engelbert, R. (2009). Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults? *European Journal Of Pediatrics*, 169(3), 281-287. <https://doi.org/10.1007/s00431-009-1010-4>

### Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Pepe Vanaclocha-Amat	peva2@alumni.uv.es	Autor
Víctor Manuel Valle-Muñoz	victor_96@go.ugr.es	Autor
Javier Molina-García	javier.molina@uv.es	Autor
Emilio Villa-González	evilla@ugr.es	Autor
María Vanaclocha Amat	s4mavana@hotmail.com	Traductora

