

LA CLASE DE EDUCACIÓN FÍSICA COMO REFERENCIA PARA IDENTIFICAR ACTIVIDADES VIGOROSAS CON ACELEROMETRÍA EN NIÑOS DE 8 Y 9 AÑOS

THE PHYSICAL EDUCATION CLASS AS A REFERENCE FOR IDENTIFYING VIGOROUS ACTIVITIES USING ACCELEROMETRY IN 8- AND 9-YEAR-OLD CHILDREN

Recibido el 2 de noviembre de 2023 / Aceptado el 7 de diciembre de 2023 / DOI: 10.24310/riccafd.12.3.2023.17979
Correspondencia: Napoleón Pérez Farinós y Julia Wärnberg. napoleon.perez@uma.es y jwarnberg@uma.es

Benavente-Marín, JC^{1ABDGH}; **Barón-López, FJ**^{2BDFH}; **Gil Barcenilla, B**^{3EH}; **Longo Abril, G**^{4EH}; **Rumbao Aguirre, JM**^{5EH}; **Gómez, SF**^{6,7,8,9CEH}; **Pérez-Farinós, N**^{10,11CDEGH}; **Wärnberg, J**^{12,13ABCDEGH}

¹ Grupo de investigación EpiPHAAN, Universidad de Málaga - Instituto de Investigación Biomédica de Málaga (IBIMA), 29016 Málaga, Spain; jc.benaventemarin@gmail.com

² Grupo de investigación EpiPHAAN, Universidad de Málaga - Instituto de Investigación Biomédica de Málaga (IBIMA), 29016 Málaga, Spain; baron@uma.es

³ Plan Integral de Obesidad Infantil de Andalucía (PIOBIN). Consejería de Salud y Consumo. Junta de Andalucía; Sevilla, Spain; begogil55@gmail.com

⁴ Plan Integral de Obesidad Infantil de Andalucía (PIOBIN). Consejería de Salud y Consumo. Junta de Andalucía; Sevilla, Spain; guadalupe.longo@juntadeandalucia.es

⁵ Plan Integral de Obesidad Infantil de Andalucía (PIOBIN). Consejería de Salud y Consumo. Junta de Andalucía; Sevilla, Spain; josem.rumbao.sspa@juntadeandalucia.es

⁶ Gasol Foundation, 08830 Sant Boi de Llobregat, Spain; sgomez@gasolfoundation.org

⁷ CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Instituto de Salud Carlos III, 28049 Madrid, Spain; sgomez@gasolfoundation.org

⁸ Cardiovascular Risk and Nutrition Research Group (CARIN), Hospital del Mar Research Institute, Barcelona, Spain; sgomez@gasolfoundation.org

⁹ Nursing and Physiotherapy Department, University of Lleida, 25008 Lleida, Spain; sgomez@gasolfoundation.org

¹⁰ Grupo de investigación EpiPHAAN, Universidad de Málaga - Instituto de Investigación Biomédica de Málaga (IBIMA), 29016 Málaga, Spain; napoleon.perez@uma.es

¹¹ Centro de Investigación Biomédica en Red Fisiopatología de la Obesidad y la Nutrición (CIBEROBN), Institute of Health Carlos III, 28029 Madrid, Spain; napoleon.perez@uma.es

¹² Grupo de investigación EpiPHAAN, Universidad de Málaga - Instituto de Investigación Biomédica de Málaga (IBIMA), 29016 Málaga, Spain; jwarnberg@uma.es

¹³ Centro de Investigación Biomédica en Red Fisiopatología de la Obesidad y la Nutrición (CIBEROBN), Institute of Health Carlos III, 28029 Madrid, Spain; jwarnberg@uma.es

Responsabilidades

A Conceptualización; B Curación de datos y análisis formal; C Adquisición de fondos; D Metodología; E Administración del proyecto; F Software; G Escritura - borrador original; H Escritura - revisión y edición. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Esta investigación fue financiada por el Proyecto I+D+I Programa Operativo FEDER Andalucía 2014–2020 (UMA18-FEDERJA-114), la Universidad de Málaga. El estudio PASOS 2019-20 fue financiado principalmente por Gasol Foundation y Fundación PROBITAS.



■ RESUMEN

La Organización Mundial de la Salud recomienda que los niños y adolescentes incorporen actividades de intensidad vigorosa, pero no define cuánta actividad física vigorosa (VPA) es necesaria ni cuál debe ser la duración de las sesiones de actividad. *Objetivo:* Definir la proporción de VPA en las clases de educación física (CEF) más activas para identificar sesiones de actividad física (es decir, actividades) de intensidad vigorosa. *Métodos:* Se evaluaron mediante acelerometría las CEF de 490 escolares (8-9 años). Se identificaron las CEF consideradas saludablemente activas a través de la VPA realizada y el estado ponderal de los escolares. Se calculó el percentil 66,7 de la VPA realizada en las CEF por los escolares. *Resultados:* La proporción de VPA media de las CEF saludablemente activas, y la realizada por los escolares más activos (percentil 66,7) en el total de CEF, muestran resultados similares. En los niños se observó una proporción de VPA de 16,3% y 16,1%, y en las niñas del 12,0% y 12,8%, respectivamente. *Conclusión:* Se propone el uso de bouts de ≥ 60 minutos con $\geq 16,7\%$ y 12,5% de VPA en niños y en niñas, respectivamente, para identificar sesiones de actividades vigorosas con acelerometría.

■ PALABRAS CLAVE

directrices, actividad física, educación física y entrenamiento, acelerometría, infancia

■ ABSTRACT

The World Health Organization recommends that children and adolescents incorporate vigorous intensity activities but does not define how much vigorous physical activity (VPA) is necessary or what should be the duration of the activity sessions. *Objective:* To define the proportion of VPA in the most active physical education classes (PEC) to identify vigorous intensity physical activity sessions (i.e., activities). *Methods:* The PEC of 490 children (8-9 years old) were evaluated using accelerometry. The health-enhancing PEC were identified through the VPA performed and the weight status of the children. The 66.7 percentile of the VPA performed in the PEC by the children was calculated. *Results:* The average proportion of VPA of the health-enhancing PEC, and that performed by the most active schoolchildren (66.7 percentile) in the total PEC, show similar results. In boys, a VPA proportion of 16.3% and 16.1% was observed, respectively, and in girls 12.0% and 12.8%. *Conclusion:* The use of bouts of ≥ 60 minutes with $\geq 16.7\%$ and 12.5%



of VPA in boys and girls, respectively, is proposed to identify vigorous activity sessions with accelerometry.

■ KEY WORDS

guidelines, physical activity, physical education and training, accelerometry, childhood

■ INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en sus *Directrices sobre actividad física y comportamiento sedentario* recomienda que los niños y adolescentes “incorporen actividades aeróbicas de intensidad vigorosa al menos tres días semanales” [1,2]. Las sesiones de actividad de intensidad vigorosa pueden incluir cierta proporción de actividad física vigorosa (VPA, por sus siglas en inglés), pero no necesariamente deben estar compuestas por VPA en su totalidad. De hecho, las sesiones de actividad física realizadas por niños y adolescentes con un componente de intensidad vigorosa importante (por ejemplo, participar en un partido de fútbol) destacan por disponer de una proporción variable de actividad física a todos los niveles de intensidad, pero con una proporción de VPA mayor que otras actividades que no se considerarían actividades o sesiones vigorosas. Por lo tanto, las actividades de intensidad vigorosa de la recomendación de la OMS y la VPA obtenida mediante métodos de evaluación objetiva no son conceptos equivalentes.

Sin embargo, en la recomendación de la OMS no se define de forma objetiva a qué se refiere el concepto de *actividades de intensidad vigorosa*, qué proporción de VPA debería contener o cuál sería la duración mínima de una sesión de actividad para ser considerada como tal. Esto dificulta la cuantificación objetiva, mediante acelerometría, del cumplimiento de dicha recomendación. Ante esta falta de concreción, son pocos los trabajos que han intentado abordar el estudio de esta recomendación mediante acelerómetros [3]. La acelerometría es una herramienta para la valoración objetiva de la actividad física que, a diferencia de otros métodos de medición subjetiva (por ejemplo, cuestionarios auto-declarados), ha demostrado ser una herramienta fiable y válida para evaluar la actividad física en niños [4-6].

Para poder evaluar mediante acelerometría el patrón de realización de actividad física de las sesiones de actividad de intensidad vigorosa se hace necesario identificar aquellos intervalos de tiempo (*bouts*, en inglés) que disponen de la suficiente duración para ser considerados como una sesión de actividad física y de la proporción de VPA mínima



necesaria para considerar que esa actividad es clasificada como actividad de intensidad vigorosa.

Las clases de educación física (CEF) pueden ser un buen ejemplo de este tipo de actividades de intensidad vigorosa mencionadas en la recomendación de la OMS. Además, las CEF participan todo el alumnado de manera obligatoria y se realizan en un entorno y horario conocido [7]. Sin embargo, no todas las CEF son iguales, y sólo parte de ellas incluyen suficiente tiempo e intensidad dedicados a la realización de actividad física de intensidades saludables [8]. Por ello, el estudio de las CEF saludablemente activas (CEF-SA) permite conocer la proporción de VPA alcanzada por todos los escolares durante las CEF. Por tanto, la definición de *bouts* de actividades o sesiones de intensidad vigorosa a partir del desempeño de los escolares en las CEF-SA puede ser una forma válida de operacionalizar la recomendación de la OMS sobre ese tipo de actividades.

Así pues, el objetivo de este estudio es definir mediante acelerometría qué proporción de VPA debe incluir una sesión de actividad física para ser considerada como una actividad de intensidad vigorosa, a partir de la VPA realizada en las CEF-SA.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio y de la muestra

Se realizó un estudio transversal de CEF en una muestra de escolares de 8 y 9 años residentes en Andalucía (España). Se invitó a participar en este estudio a los todos los colegios de educación primaria de Andalucía participantes en el Estudio ALADINO 2019 (ALimentación, Actividad física, Desarrollo INfantil y Obesidad) [9], así como en el Estudio PASOS (*Physical Activity, Sedentarism and Obesity in Spanish Youth*) 2019-20 [10] y en el Estudio PASOS 2022-23 [11]. En los colegios que aceptaron participar en este estudio de acelerometría, se invitó a todos los escolares de 3º de educación primaria que habían sido seleccionados previamente para participar en dichos estudios.

Se calculó una predeterminación del tamaño muestral mínimo necesario para cada una de las estimaciones que se iban a realizar. La que requirió mayor tamaño muestral fue la estimación de umbrales de VPA y actividad física moderada-vigorosa (MVPA por sus siglas en inglés) que discriminasen entre escolares según su estado ponderal (es decir, normopeso vs sobrepeso-obesidad). Para la obtención de un área bajo la curva (AUC, por sus siglas en inglés) de 0,6, con un 50% de la muestra con sobrepeso/obesidad, un nivel de confianza del 95% y aceptando un



ancho del intervalo de confianza de 0,15, el tamaño muestral mínimo necesario fue de 218 escolares. Se estimó que aproximadamente la mitad de los escolares participantes serían niños y la otra mitad niñas, por lo que se consideró una muestra mínima de 436 escolares para obtener resultados representativos también para ambos sexos.

Los criterios de inclusión para participar en este estudio fueron: 1) Estar matriculados en 3º de educación primaria en un colegio de Andalucía participante en el Estudio ALADINO 2019, PASOS 2019-20 y PASOS 2022-23 durante el curso académico en el que se llevaron a cabo dichos estudios; y 2) Disponer de un consentimiento informado firmado por los tutores legales autorizando la participación para este estudio de acelerometría. Se excluyó del análisis a los participantes con limitaciones para la práctica de actividad física durante la evaluación y a los que tenían menos o más de 8,0-9,9 ($\pm 0,2$) años en el inicio de la evaluación de acelerometría.

Acelerometría

Para la evaluación objetiva de la actividad física se utilizaron acelerómetros del modelo GENEActiv (Activinsights Ltd., Kimbolton, UK). Es un acelerómetro triaxial, con un rango dinámico de ± 8 unidades de gravedad (g), donde 1 g es igual a la atracción gravitacional de la tierra. Mediante GENEActiv PC Software (versión 3,2) se configuraron los acelerómetros con una frecuencia de muestreo de 40 Hz.

Se colocó el acelerómetro en la muñeca de la mano no dominante, y se pidió a los participantes que lo llevaran puesto durante las 24 horas del día, al menos 8 días consecutivos, con el fin de asegurar la evaluación completa de 5 días lectivos. Se pidió a los participantes y sus familias que no se retiraran el dispositivo en ningún momento de la evaluación. Se insistió en que el dispositivo se podía mojar y había que dormir con él puesto.

Procedimiento de recogida de datos

Se realizaron dos visitas a cada colegio. Los colegios participantes en el Estudio ALADINO 2019 se visitaron durante otoño de 2019 e invierno de 2020, mientras que los participantes de los estudios PASOS 2019-20 y 2022-23 se visitaron en primavera de 2019 y 2022, respectivamente.

En la primera visita se colocaron individualmente los acelerómetros a los escolares participantes. Se pidió al profesorado y a cada participante que mantuviesen su actividad cotidiana durante la evaluación de acelerometría. En la segunda visita se retiraron los acelerómetros, se



registró el absentismo escolar durante la evaluación y el horario de la jornada escolar y de las CEF.

Tratamiento de los datos de acelerometría

No se utilizó ningún filtro del ruido previo al procesado. Los archivos con los datos en bruto de acelerometría se procesaron usando R (<http://cran.r-project.org>) con la librería de R *accelerator*. En el procesado se incluyeron las funciones de procesamiento propias del paquete de R *GGIR* (versión 2.9.2) [12]. En resumen, *GGIR* lleva a cabo: 1) auto-calibrado [13]; 2) detección de valores sostenidos anormalmente altos; 3) detección de que el participante se ha quitado el acelerómetro (*non-wear time* en inglés); 4) cálculo de la magnitud vectorial de la aceleración corregida por la gravedad con los valores negativos redondeados a cero (*ENMONZ* o *ENMO* por sus siglas en inglés) [14]. Se simplificaron los datos brutos en episodios (*epochs* en inglés) de 5 segundos [15,16]. El algoritmo propuesto por *GGIR* para el tiempo con el acelerómetro quitado no detectaba correctamente estos periodos. Por este motivo, se complementó el algoritmo de *GGIR* con periodos de inactividad sostenida estrictos, de al menos 30 minutos con cambios de angulación en el eje Z inferiores a dos grados, calculados entre las 8:00 y las 22:00 horas.

Para clasificar la actividad física según su intensidad se utilizaron los puntos de corte publicados por Hildebrand et al. [17,18] para acelerómetros *GENEActiv*, en la muñeca no dominante, para niños de 7-11 años, en *ENMONZ* (mg). Concretamente fueron: VPA (más de 695,8 mg), MVPA (más de 191,6 mg) y comportamiento sedentario (*SED*, menos de 56,3 mg).

Validez y clasificación de las clases de educación física

Las CEF se estudiaron de forma individual (es decir, las CEF que realizó cada participante) y de forma grupal (es decir, las CEF que realizó cada grupo de participantes de la misma aula).

A nivel individual, se consideraba que una CEF no era válida si acumulaba más de un minuto con el acelerómetro quitado, si no se realizaban al menos 3 minutos de MVPA o si se superaban los 30 minutos de *SED* durante la misma. De este modo, se excluyeron del análisis las CEF individuales para los casos que no participaron en esas CEF grupales realizadas por sus compañeros de aula. Se consideró una evaluación válida cuando disponía al menos de tres jornadas escolares válidas, de las cuales, al menos una fuese con CEF y otra sin CEF. La jornada escolar se consideró válida cuando el acelerómetro estaba encendido



durante al menos 4 horas y además no acumulaba más de una hora con el acelerómetro quitado durante el horario escolar. También se identificaron fines de semana, días festivos distintos al fin de semana y días de absentismo escolar, los cuales no se incluyeron en los análisis.

Para el estudio de las CEF grupales, se agregaron los valores de grupo de escolares participantes en cada CEF grupal. Para asegurar que realmente se había llevado a cabo cada CEF grupal en el horario oficial establecido, se calculó la proporción de VPA, MVPA y SED medio del grupo de escolares participantes en cada clase y se comparó con los valores promedio del resto de clases teóricas (es decir, sin incluir las CEF y el recreo). Si no era posible distinguir el nivel de actividad realizada en las CEF grupales programadas en el horario oficial del resto de clases teóricas de la jornada escolar, se pidió al profesorado que confirmase si se había realizado esa CEF grupal con normalidad o se había sustituido por otra clase teórica que no implicase la realización de actividad física. Si el profesorado confirmaba que esa CEF había sido sustituida por una clase teórica, se clasificaba como CEF grupal no realizada o no activa, y se eliminaba de los análisis.

Para identificar las CEF grupales más activas, con un componente de actividad física beneficiosa para la salud, se calculó el umbral para la proporción de VPA y MVPA que permitió discriminar a los participantes según su estado ponderal (normopeso vs sobrepeso-obesidad). Se utilizó el umbral resultante para clasificar las CEF grupales como CEF saludablemente activas (CEF-SA) si superaban el umbral de VPA o MVPA, y como CEF menos activas (CEF-MA) si no alcanzaban dichos umbrales.

Resto de variables de estudio

El sexo y la fecha de nacimiento se recopiló en los consentimientos informados. La edad se calculó como la diferencia entre el día de inicio de la evaluación con acelerometría y la fecha de nacimiento del participante.

La masa corporal y la talla se midieron entre abril y junio de 2019 para la población del Estudio PASOS 2019-20, entre octubre y diciembre de 2019 en los participantes del Estudio ALADINO 2019, y entre abril y junio de 2022 en los participantes del Estudio PASOS 2022-23. En el Estudio ALADINO 2019 se utilizaron la báscula TANITA modelo UM-076 y el tallímetro portátil SECA modelo 206, mientras que en el Estudio PASOS 2019 y 2022 se utilizaron la báscula SECA modelo 869, y el tallímetro portátil SECA modelo 217. Las básculas utilizadas fueron capaces de registrar pesos entre 0-150 kg con una precisión de 100 gramos, y los tallímetros registraron mediciones de al menos entre 20-205 cm con una precisión de 1 mm. El índice de masa corporal (IMC) se calculó como



el peso dividido por la talla al cuadrado (kg/m^2). Se clasificó el estado ponderal en 2 categorías, normopeso y sobrepeso-obesidad, utilizando los estándares de crecimiento de la OMS [19].

También se recogió el nivel máximo de educación de los padres (estudios universitarios o no) y la titularidad del colegio (público o privado) [20].

Análisis estadístico

Se utilizaron curvas ROC (Curvas de Característica Operativa del Receptor) para seleccionar umbrales de VPA y de MVPA asociados con el sobrepeso-obesidad. El umbral óptimo se determinó a partir del índice de Youden ($J = \text{sensibilidad} + \text{especificidad} - 1$) [21]. Se clasificó a las CEF grupales como CEF-SA o CEF-MA en función de si alcanzaban al menos uno de estos dos umbrales.

Se calcularon la media, desviación estándar (DE) y total de CEF, así como su duración media y DE. Se realizó una descripción de la muestra estudiada: para las variables cuantitativas se calcularon la media y DE, y para las variables cualitativas se calcularon la frecuencia y la proporción.

Para evaluar si había diferencias por sexo en todas las variables estudiadas se emplearon en las variables cualitativas la prueba de la chi cuadrado, y en las variables cuantitativas la prueba de la t de Student si seguía una distribución normal, o la prueba de la U de Mann-Whitney en caso de no normalidad.

Se calculó la media y la DE de la proporción de VPA, MVPA y SED de los participantes durante las CEF. También se calculó el percentil 66,7 de la proporción promedio de VPA y MVPA, así como el percentil 33,3 en la proporción promedio de SED. Se calculó para el total de participantes, por sexo y por estado ponderal.

Se calculó la media y DE de la proporción de VPA y MVPA en el total de CEF, en aquellas realizadas por niños y por niñas, y en las que fueron clasificadas como CEF-SA y CEF-MA.

Para todos los análisis se estableció un nivel de significación de $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó con el software SPSS (IBM® SPSS® Statistics) versión 25 para macOS (IBM Software Group, Chicago, IL).

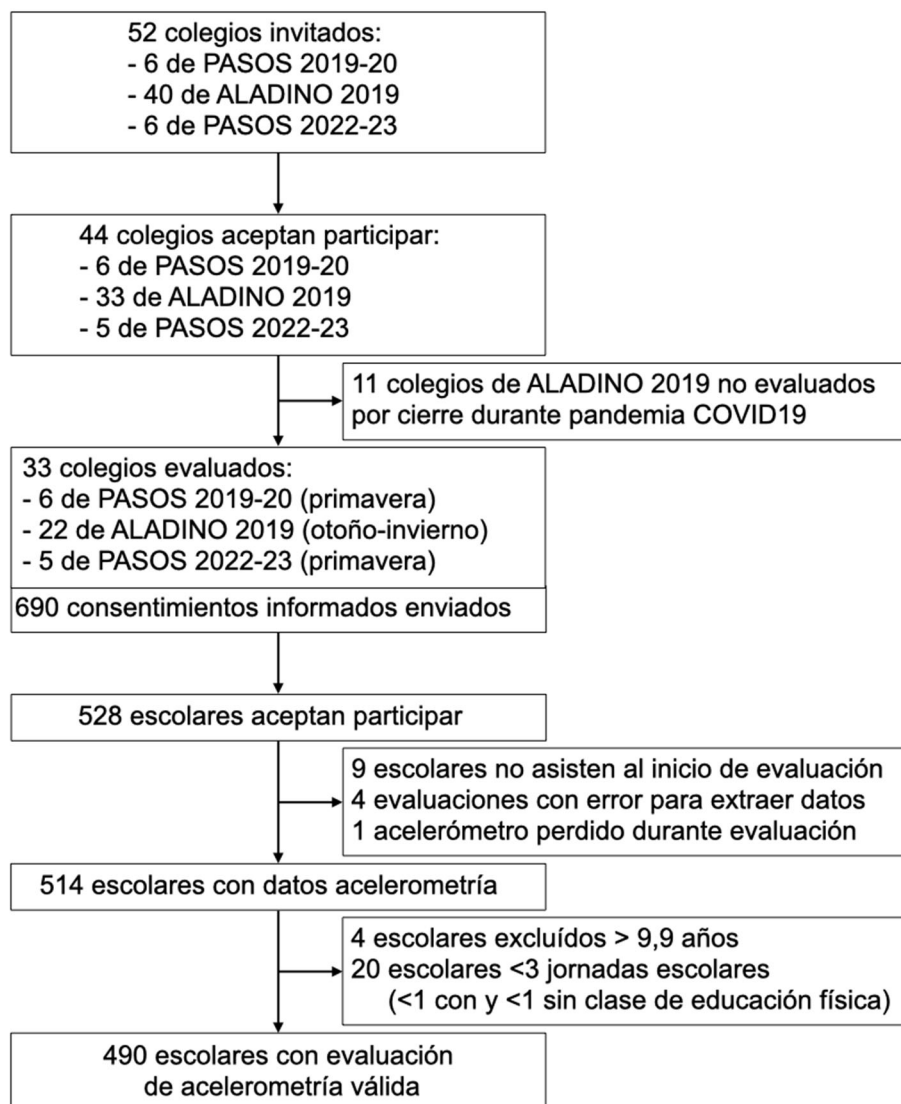
■ RESULTADOS

En la figura 1 se muestra el diagrama de flujo de reclutamiento de los participantes. De los 690 consentimientos informados entregados, 528



escolares disponían de autorización para participar, de los cuales, 490 fueron incluidos en el análisis.

Figura 1. Diagrama de flujo de los participantes incluidos en los análisis.



En el análisis mediante curvas ROC de la proporción de VPA y de MVPA en las CEF en función del estado ponderal (normopeso vs sobrepeso-obesidad), se obtuvo un área bajo la curva (AUC) de 0,59 (Intervalo de confianza (IC) 95 %: 0,53, 0,64) para la proporción de VPA en las CEF y de 0,55 (IC 95 %: 0,50, 0,61) para la de MVPA. Los umbrales resultantes fueron 13,9% (redondeado a 14 %) para la proporción de VPA en las CEF y 32,5% para la de MVPA. Estos umbrales fueron utilizados para clasificar las CEF grupales en: CEF saludablemente activas (CEF-SA, es decir, las que superaban de media alguno de estos dos umbrales), y CEF menos activas (CEF-MA, es decir, las no superaban ninguno de estos dos umbrales).



En la Tabla 1 se muestran las estadísticas descriptivas de los participantes incluidos en el análisis. El mínimo de CEF realizadas por cada escolar fue de 1 y el máximo fue de 5 CEF, con una participación media por escolar de 2,1 CEF (DE 0,9), de las cuales, el 72,8% fueron CEF-SA.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de los participantes.

	Total n = 490			Niños n (%) = 247 (50,4)			Niñas n (%) = 243 (49,6)			p
	n	Media	DE	n	Media	DE	n	Media	DE	
Edad (años)	490	8,7	0,4	247	8,7	0,4	243	8,7	0,4	0,563
Peso (kg)	456	32,6	8,6	227	33,1	8,5	229	32,2	8,6	0,131
Altura (cm)	456	132,2	6,4	227	132,8	6,4	229	131,6	6,4	0,060
IMC (kg/m ²)	456	18,5	3,7	227	18,6	3,6	229	18,4	3,7	0,295
CEF (n)	490	2,1	0,9	247	2,0	0,8	243	2,1	0,9	0,395
CEF-SA (n)	490	1,5	0,9	247	1,4	0,9	243	1,5	0,9	0,513
		n	%		n	%		n	%	
Estado ponderal										
Normopeso	230/456		50,4	107/227		47,1	123/229		53,7	0,160
Sobrepeso/Obesidad	226/456		49,6	120/227		52,9	106/229		46,3	
Estación del año										
Invierno	187/490		38,2	90/247		36,5	97/243		39,9	0,448
Primavera	125/490		25,5	69/247		27,9	56/243		23,1	
Otoño	178/490		36,3	88/247		35,6	90/243		37,0	
Formación parental										
No universitaria	185/334		55,4	88/160		55,0	97/174		55,7	0,891
Universitaria	149/334		44,6	72/160		45,0	77/174		44,3	
Naturaleza colegio										
Público	391/490		20,2	196/247		79,4	195/243		80,2	0,805
Privado	99/490		79,8	51/247		20,6	48/243		19,8	

n, número de participantes; DE, desviación estándar; p, valor p para la diferencia entre niños y niñas (prueba de la U de Mann-Whitney o prueba de la chi-cuadrado); IMC, índice de masa corporal; CEF, clases de educación física; -SA, saludablemente activa.

En la tabla 2 se muestra la proporción media de VPA, MVPA y SED realizada por los participantes durante las CEF en las que participaron. En promedio, los participantes acumularon 12,3% de VPA, 38,4% de MVPA y 29,4% de SED durante sus CEF. Los escolares más activos (es decir, el tercil más activo y menos inactivo) realizaron al menos 14,4% de VPA, 43,5% de MVPA y 23,7% de SED. Los niños más activos realizaron al menos 16,1% de VPA y 45,4% de MVPA, mientras que las niñas más activas realizaron al menos 12,8% de VPA y 39,8% de MVPA.



Tabla 2. Proporción (%) media de actividad física y percentil 66,7 y 33,3 realizada por escolares de 8-9 años durante las clases de educación física.

-	VPA					MVPA					SED			
	n	P67	Media	DE	p	P67	Media	DE	p	P33	Media	DE	p	
Todos	490	14,4	12,3	6,2		43,5	38,4	11,5		23,7	29,4	11,0		
Niños	247	16,1	13,7	6,6	<0,001	45,4	40,8	11,8	<0,001	22,1	27,5	10,7	<0,001	
Niñas	243	12,8	10,8	5,4		39,8	35,9	10,7		25,8	31,3	11,0		
Todos														
Normopeso	230	15,5	13,2	6,4	0,002	44,2	39,5	11,2	0,067	23,9	29,0	10,9	0,641	
Sobrepeso/Obesidad	226	13,2	11,5	5,8		43,0	37,6	11,4		23,4	29,4	10,8		
Niños														
Normopeso	107	17,3	15,0	6,5	0,013	47,7	42,1	11,5	0,207	22,2	27,1	11,0	0,655	
Sobrepeso/Obesidad	120	15,2	12,9	6,3		45,1	40,2	11,5		21,8	27,3	10,0		
Niñas														
Normopeso	123	14,4	11,7	5,9	0,017	40,7	37,3	10,4	0,060	25,1	30,6	10,6	0,531	
Sobrepeso/Obesidad	106	11,4	9,9	4,7		38,4	34,6	10,6		26,0	31,8	11,1		

VPA, actividad física vigorosa; MVPA, actividad física moderada-vigorosa; SED, comportamiento sedentario; n, número de participantes; P67, percentil 66,7; P33, percentil 33,3; DE, desviación estándar; p, valor p para la diferencia entre categorías (Prueba de la U de Mann-Whitney).

Los escolares con evaluaciones válidas participaron en un total de 73 CEF grupales válidas (en promedio, 2,2 CEF por cada grupo de participantes y 13,9 alumnos participantes en cada CEF grupal), 50 de las cuales (68,5%) fueron clasificadas como CEF-SA (1,5 CEF por cada grupo y 14,4 alumnos participantes en cada CEF-SA). En cuanto al total de CEF individuales válidas, los participantes acumularon 1.017 CEF individuales válidas.

En la tabla 3 se puede observar la proporción media de VPA y MVPA realizada en el total de CEF, en las CEF-SA y en las CEF-MA. En promedio, los niños y las niñas acumularon 16,3% (DE 7,4) y 12,0% (DE 6,0) de VPA, respectivamente, durante las CEF-SA. La duración promedio de las CEF fue de 54,2 (DE 11,3) minutos. Estos valores fueron empleados para definir la proporción de VPA y la duración del *bout* para identificar sesiones de actividad de intensidad vigorosa mediante acelerometría.

Tabla 3. Proporción de actividad física realizada por escolares en el total de clases de educación física (CEF), en las clasificadas como CEF saludablemente activas y en las clasificadas como menos activas.

	Todos				Niños				Niñas				
	n	Media	DE	p*	n	Media	DE	p*	n	Media	DE	p*	p†
VPA (%)													
Todas las CEF	1017	11,9	7,2		503	13,6	7,9		514	10,2	6,0		<0,001
CEF-MA	296	6,4	3,8	<0,001	143	6,8	4,1	<0,001	153	6,0	3,4	<0,001	0,114
CEF-SA	721	14,2	7,1		360	16,3	7,5		361	12,0	6,0		<0,001



	Todos				Niños				Niñas				
	n	Media	DE	p*	n	Media	DE	p*	n	Media	DE	p*	p†
MVPA (%)													
Todas las CEF	1017	38,4	13,3		503	41,0	14,1		514	35,7	11,8		<0,001
CEF-MA	296	28,0	9,9	<0,001	143	28,1	10,6	<0,001	153	28,0	9,3	<0,001	0,768
CEF-SA	721	42,6	12,1		360	46,2	11,9		361	39,0	11,3		<0,001

VPA, actividad física vigorosa; MVPA, actividad física moderada-vigorosa; CEF, clases de educación física; -SA, saludablemente activa; -MA, menos activa; n, número de CEF; DE, desviación estándar; p*, valor p para la diferencia entre CEF-SA y CEF-MA (Prueba de la U de Mann-Whitney); p†, valor p para la diferencia entre niños y niñas (Prueba de la U de Mann-Whitney).

Se estableció que se realiza una sesión de actividad de intensidad vigorosa cuando se acumula al menos 10,0 y 7,5 minutos de VPA en una hora en niños y en niñas, respectivamente. Es decir, 16,7% en niños y 12,5% en niñas de VPA en un *bout* de al menos 60 minutos.

■ DISCUSIÓN

Nuestro estudio presenta un nuevo método para identificar *sesiones de actividad de intensidad vigorosa* mediante acelerometría, basado en la proporción de VPA realizada en las CEF-SA. Conocer la realización de este tipo de actividades a través de métodos de valoración objetiva es de especial relevancia debido a que son la piedra angular de una de las dos recomendaciones sobre actividad de las Directrices de la OMS [2].

En sus *Recomendaciones mundiales de actividad física para la salud* de 2010 [22], como en sus actuales *Directrices sobre actividad física y comportamiento sedentario* de 2020 [2], la OMS propone “incorporar actividades de intensidad vigorosa al menos tres veces a la semana”. Por lo tanto, desde hace más de una década existe la posibilidad de estudiar patrones saludables de actividad física basados en la VPA. Sin embargo, en las actuales *Directrices* no se proporciona una definición concreta de qué se consideran actividades de intensidad vigorosa. Tampoco se establece una duración específica o un umbral mínimo de actividad física a cierta intensidad para identificar a este tipo de actividades [1,2]. Esto permitiría estudiar la prevalencia de esta recomendación mediante herramientas de evaluación objetivas como es la acelerometría.

Gammon et al. [3] propusieron un enfoque en el que combinaban el cumplimiento de la recomendación de realizar de media al menos 60 minutos de MVPA diaria con la realización de un mínimo de 15 minutos de VPA diaria durante al menos tres días a la semana. Sin embargo, este intento de operacionalizar la recomendación sobre actividades de intensidad vigorosa no evalúa el patrón de actividad física que requiere concentrar la VPA en una sesión de actividad física.

Stone et al. [23] sugirieron que la inclusión de intervalos de VPA en el patrón general de actividad física puede mejorar la salud cardiovascular en los niños. Sin embargo, estas autoras no estudiaron la diferencia entre



la realización de la VPA repartida a lo largo del día o concentrada en actividades específicas con cierta proporción de VPA. Otros estudios han puesto de manifiesto la relación entre diferentes patrones de actividad física y la salud cardiovascular en niños y adolescentes [24-26]. Por ejemplo, Chinapaw et al. [25] destacaron que distribuir la actividad física en períodos de al menos 10 minutos puede tener un impacto relevante en la reducción del riesgo cardiometabólico en niños. A pesar de ello, aún existe una falta de evidencia concluyente que defina cuál es el patrón de VPA óptimo en relación con las variables de salud.

Migueles et al. [27] llevaron a cabo un estudio de intervención realizado en niños con sobrepeso u obesidad en la misma región (Andalucía, España) y en una población de edad similar a la de nuestro estudio. El grupo de intervención realizó entre tres y cinco sesiones de actividad física basadas en las *Directrices sobre actividad física de la OMS* [2], incluyendo actividades de intensidad vigorosa, en las que mantuvieron una concentración de actividad física de alta intensidad medida con pulsómetro durante más del 40 % del tiempo de las sesiones de actividad física programada. Este enfoque logró reducir significativamente el riesgo cardiovascular de los participantes. Por lo tanto, replicar el patrón de VPA recomendado por la OMS a través de actividades con cierta concentración de VPA se relaciona con mejoras en la salud cardiovascular.

Por todo ello, se propone un nuevo método para operacionalizar la identificación de las actividades de intensidad vigorosa evaluadas mediante acelerometría, que establece una proporción mínima de VPA (16,7 % para niños y 12,5 % para niñas) en *bouts* de al menos 60 minutos (es decir, al menos 10,0 o 7,5 minutos de VPA en una hora). Estos umbrales representan la proporción mínima de VPA para sesiones de actividad física con un componente vigoroso importante. Se seleccionaron los umbrales que representaban la proporción media de VPA en las CEF-SA. Estos resultados son similares al percentil 66,7 de la VPA media realizada por los participantes en el total de CEF (es decir, en el conjunto de CEF-SA y CEF-MA). Estos resultados concuerdan con los observados por Huertas-Delgado et al. [28], que estudiaron la VPA acumulada en CEF diseñadas para ser especialmente activas (*Unidades Didácticas Activas*) y obtuvieron una proporción de VPA similar a la observada en las CEF-SA.

Este tipo de *bouts* de VPA no se ha utilizado antes para conocer los patrones de actividad física ni el porcentaje de cumplimiento de la recomendación de la OMS sobre actividades de intensidad vigorosa. Aun así, se trata de un método fácil de programar a través de GGIR o *accelerator*. Además, este método no sólo está diseñado para discriminar actividades de 60 minutos, sino que también puede detectar



actividades de menor o mayor duración, siempre que el volumen de VPA acumulado en los 60 minutos circundantes supere el umbral establecido. En definitiva, el método que se presenta permite operacionalizar las actividades de intensidad vigorosa de la OMS, abriendo la posibilidad de estudiar mediante acelerometría la proporción de cumplimiento de la recomendación de incorporar este tipo de actividades al menos tres días a la semana.

Al comparar la actividad física realizada en las CEF según el estado ponderal, sólo se observaron diferencias significativas en la proporción de VPA media. Estos resultados están en línea con estudios previos [28-31], y ponen de manifiesto la superioridad de la VPA evaluada con acelerometría como herramienta de cribado en salud pública infantil con respecto a la actividad física de menor intensidad [15,32,33].

En línea con nuestros resultados, Grao-Cruces et al. [29] observaron que los niños realizaron más VPA y MVPA en las CEF que las niñas. Mooses et al. [30] y Meyer et al. [31] obtuvieron resultados similares en la MVPA durante las CEF. En contraposición, Huertas-Delgado et al. [28] no hallaron diferencia entre niños y niñas en la proporción media de VPA realizada en las CEF (niños (media minutos; DE): 17,2; 10,4; niñas: 15,4; 9,4; $p=0,088$), mientras que sí la hallaron en la proporción de MVPA (niños: 36,1; 14,1; niñas: 32,9; 12,8; $p=0,023$). Sin embargo, estos resultados pueden estar sesgados por la intervención realizada por el 42% de la muestra con el objetivo de aumentar la actividad física realizada durante las CEF. De hecho, la proporción de VPA y MVPA fue mayor en las CEF intervenidas en comparación con las CEF tradicionales (VPA: 18,2% vs 15,0%; MVPA: 36,6% vs 33,2%).

En conclusión, se presenta un nuevo método para identificar actividades de intensidad vigorosa evaluadas mediante acelerometría y basadas en la VPA realizada en las clases de educación física más activas. La OMS recomienda incorporar este tipo de actividades al menos tres veces por semana en niños y adolescentes, por lo que adquiere gran relevancia la definición e identificación de estas actividades mediante métodos de evaluación objetivos. Se define una actividad de intensidad vigorosa como un *bout* de al menos 60 minutos que alcanza al menos 16,7% y 12,5% de VPA en niños y en niñas, respectivamente (es decir, al menos 10 y 7,5 minutos de VPA en niños y en niñas, respectivamente, por hora). Este nuevo método para identificar sesiones de actividad vigorosa permitirá estudiar de manera objetiva patrones de actividad física que hasta la fecha no se han estudiado con la suficiente concreción, y con ello, conocer la proporción de cumplimiento de la recomendación de actividades de intensidad vigorosa, lo que puede complementar el estudio de otras recomendaciones basadas en la acumulación media diaria de actividad física.



■ FORTALEZAS, LIMITACIONES Y CAMINOS FUTUROS

El presente estudio ofrece una comprensión detallada y contextualizada de los patrones de actividad física en escolares durante las CEF, así como un nuevo método para estudiar las actividades aeróbicas de intensidad vigorosa. La utilización de la acelerometría como herramienta de medición fue clave, proporcionando datos objetivos, confiables y válidos sobre la actividad física de los niños y evitando sesgos inherentes a otros métodos, como cuestionarios auto-reportados [4-6]. El bajo porcentaje de incumplimiento en la obtención de datos de acelerometría (3,9%) [34] y el diseño del protocolo con el acelerómetro GENEActiv colocado en la muñeca [35] optimizaron la adherencia y aseguraron la captura precisa de datos. Además, el acelerómetro GENEActiv nos permitió obtener datos brutos sin ningún filtrado previo oculto bajo licencia, que puede subestimar los resultados de actividad física de alta intensidad, sobre todo en niños [36,37].

A pesar de las fortalezas que ofrece este estudio, también presenta limitaciones. La muestra de este estudio está compuesta por tres submuestras de estudios diferentes, llevadas a cabo en tres cursos académicos distintos, y con dos metodologías de selección de la muestra diferentes. Esta situación puede producir un efecto sobre los resultados obtenidos. Además, la población participante del Estudio ALADINO 2019 se evaluó en otoño e invierno, mientras que las poblaciones de los Estudios PASOS 2019-20 y 2022-23 se evaluaron en primavera. En primavera hay más horas de luz y mejores condiciones climáticas para realizar actividad física [38,39]. Aun así, no hemos encontrado diferencias significativas en las variables de estudio al comparar las tres submuestras. Por otro lado, existen limitaciones inherentes al estudio de la actividad física mediante acelerometría cuando se comparan resultados de diferentes estudios, como son, el modelo de acelerómetro, la ubicación anatómica, la metodología de procesamiento de los datos brutos, con énfasis en la duración de los *epochs*, o los puntos de corte seleccionados para determinar la intensidad de la actividad física [15,16,36,37,40]. Además, la acelerometría no captura adecuadamente la intensidad provocada por actividades físicas como montar en bicicleta o el ejercicio de fortalecimiento muscular con sobrecarga. Por lo tanto, la combinación de la acelerometría con la medición de la frecuencia cardíaca puede ofrecer resultados más precisos [41]. Los participantes se restringieron a escolares de 8-9 años de una región concreta de España, por lo que los hallazgos pueden no ser generalizables a niños más pequeños o jóvenes mayores, así como a escolares de otras regiones o países. Por último, la naturaleza observacional de este estudio transversal excluye cualquier asociación de causa y efecto entre la actividad física o el cumplimiento



de las recomendaciones y el sexo, el exceso de peso o su desempeño en las CEF.

Los hallazgos del presente estudio se utilizarán en evaluaciones de la actividad física habitual, realizadas mediante acelerometría, durante varios días completos y consecutivos, y sin registro de las actividades que realizan. El objetivo será identificar las actividades de intensidad vigorosa para conocer la prevalencia de la recomendación de la OMS de incorporar este tipo de actividades al menos tres días a la semana. Además, se podrá utilizar este método para identificar actividades vigorosas en estudios de la actividad física habitual mediante acelerometría con procesamiento basado en el *machine learning*.

■ AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a los colegios y familias participantes por su valiosa colaboración en este proyecto.

■ REFERENCIAS

- [1] Chaput J-P, Willumsen J, Bull F, Chou R, Ekelund U, Firth J, et al. 2020 WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour for children and adolescents aged 5-17 years: summary of the evidence. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2020;17:141. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01037-z>.
- [2] World Health Organization. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: World Health Organization; 2020.
- [3] Gammon C, Atkin AJ, Corder K, Ekelund U, Hansen BH, Sherar LB, et al. Influence of Guideline Operationalization on Youth Activity Prevalence in the International Children's Accelerometry Database. *Med Sci Sports Exerc* 2022;54:1114-22. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002884>.
- [4] Gao Z, Liu W, McDonough DJ, Zeng N, Lee JE. The Dilemma of Analyzing Physical Activity and Sedentary Behavior with Wrist Accelerometer Data: Challenges and Opportunities. *J Clin Med* 2021;10:5951. <https://doi.org/10.3390/jcm10245951>.
- [5] Migueles JH, Cadenas-Sanchez C, Ekelund U, Delisle Nyström C, Mora-Gonzalez J, Löf M, et al. Accelerometer Data Collection and Processing Criteria to Assess Physical Activity and Other Outcomes: A Systematic Review and Practical Considerations. *Sports Med* 2017;47:1821-45. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0716-0>.
- [6] Sirard JR, Pate RR. Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Med Auckl NZ* 2001;31:439-54. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131060-00004>.



- [7] Gouveia ÉR, Lizandra J, Martinho DV, França C, Ihle A, Sarmento H, et al. The Impact of Different Pedagogical Models on Moderate-to-Vigorous Physical Activity in Physical Education Classes. *Children* 2022;9:1790. <https://doi.org/10.3390/children9121790>.
- [8] Health Position Paper. Association for Physical Education (afPE); 2015.
- [9] Estudio ALADINO 2019: Estudio sobre Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2019. Madrid: Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, Ministerio de Consumo; 2020.
- [10] Gómez DSF, Lorenzo L, Ribes C, Homs C. Informe estudio PASOS 2019. Sant Boi de Llobregat, Barcelona, Spain: Gasol Foundation; 2019.
- [11] Gómez SF, Berruezo P, Torres S, Ródenas J, Lorenzo L, Trivaldos M, et al. Informe estudio PASOS 2022-23. Sant Boi de Llobregat, Barcelona, Spain: Gasol Foundation Europa; 2023.
- [12] Migueles JH, Rowlands AV, Huber F, Sabia S, Hees VT van. GGIR: A Research Community-Driven Open Source R Package for Generating Physical Activity and Sleep Outcomes From Multi-Day Raw Accelerometer Data. *J Meas Phys Behav* 2019;2:188-96. <https://doi.org/10.1123/jmpb.2018-0063>.
- [13] van Hees VT, Fang Z, Langford J, Assah F, Mohammad A, da Silva ICM, et al. Autocalibration of accelerometer data for free-living physical activity assessment using local gravity and temperature: an evaluation on four continents. *J Appl Physiol* 2014;117:738-44. <https://doi.org/10.1152/jap-physiol.00421.2014>.
- [14] Hees VT van, Gorzelniak L, León ECD, Eder M, Pias M, Taherian S, et al. Separating Movement and Gravity Components in an Acceleration Signal and Implications for the Assessment of Human Daily Physical Activity. *PLOS ONE* 2013;8:e61691. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061691>.
- [15] Aadland E, Andersen LB, Anderssen SA, Resaland GK, Kvalheim OM. Associations of volumes and patterns of physical activity with metabolic health in children: A multivariate pattern analysis approach. *Prev Med* 2018;115:12-8. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.08.001>.
- [16] Baquet G, Stratton G, Van Praagh E, Berthoin S. Improving physical activity assessment in prepubertal children with high-frequency accelerometry monitoring: a methodological issue. *Prev Med* 2007;44:143-7. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2006.10.004>.
- [17] Hildebrand M, Hansen BH, van Hees VT, Ekelund U. Evaluation of raw acceleration sedentary thresholds in children and adults. *Scand J Med Sci Sports* 2017;27:1814-23. <https://doi.org/10.1111/sms.12795>.
- [18] Hildebrand M, Van Hees VT, Hansen BH, Ekelund U. Age Group Comparability of Raw Accelerometer Output from Wrist- and Hip-Worn Monitors. *Med Sci Sports Exerc* 2014;46:1816-24. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000289>.



- [19] de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 2007;85:660-7. <https://doi.org/10.2471/blt.07.043497>.
- [20] Registro estatal de centros docentes no universitarios n.d. <https://www.educacion.gob.es/centros/selectaut.do> (accessed June 9, 2023).
- [21] Perkins NJ, Schisterman EF. The inconsistency of “optimal” cutpoints obtained using two criteria based on the receiver operating characteristic curve. *Am J Epidemiol* 2006;163:670-5. <https://doi.org/10.1093/aje/kwj063>.
- [22] World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization; 2010.
- [23] Stone MR, Rowlands AV, Middlebrooke AR, Jawis MN, Eston RG. The pattern of physical activity in relation to health outcomes in boys. *Int J Pediatr Obes IJPO Off J Int Assoc Study Obes* 2009;4:306-15. <https://doi.org/10.3109/17477160902846179>.
- [24] Jenkins GP, Evenson KR, Herring AH, Hales D, Stevens J. Cardiometabolic Correlates of Physical Activity and Sedentary Patterns in U.S. Youth. *Med Sci Sports Exerc* 2017;49:1826-33. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001310>.
- [25] Chinapaw M, Klakk H, Møller NC, Andersen LB, Altenburg T, Wedderkopp N. Total volume versus bouts: prospective relationship of physical activity and sedentary time with cardiometabolic risk in children. *Int J Obes* 2018;42:1733-42. <https://doi.org/10.1038/s41366-018-0063-8>.
- [26] Dorsey KB, Herrin J, Krumholz HM. Patterns of moderate and vigorous physical activity in obese and overweight compared with non-overweight children. *Int J Pediatr Obes* 2011;6:e547-55. <https://doi.org/10.3109/17477166.2010.490586>.
- [27] Migueles JH, Cadenas-Sanchez C, Lubans DR, Henriksson P, Torres-Lopez LV, Rodriguez-Ayllon M, et al. Effects of an Exercise Program on Cardiometabolic and Mental Health in Children With Overweight or Obesity: A Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open* 2023;6:e2324839. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.24839>.
- [28] Huertas-Delgado FJ, Segura-Jiménez V, Ávila-García M, Cardon G, Tercedor P. Physical activity levels during physical education in Spanish children. *Health Educ J* 2021;80:541-53. <https://doi.org/10.1177/0017896920988743>.
- [29] Grao-Cruces A, Segura-Jiménez V, Conde-Caveda J, García-Cervantes L, Martínez-Gómez D, Keating XD, et al. The Role of School in Helping Children and Adolescents Reach the Physical Activity Recommendations: The UP&DOWN Study. *J Sch Health* 2019;89:612-8. <https://doi.org/10.1111/josh.12785>.



- [30] Mooses K, Pihu M, Riso E-M, Hannus A, Kaasik P, Kull M. Physical Education Increases Daily Moderate to Vigorous Physical Activity and Reduces Sedentary Time. *J Sch Health* 2017;87:602-7. <https://doi.org/10.1111/josh.12530>.
- [31] Meyer U, Roth R, Zahner L, Gerber M, Puder JJ, Hebestreit H, et al. Contribution of physical education to overall physical activity. *Scand J Med Sci Sports* 2013;23:600-6. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01425.x>.
- [32] Poitras VJ, Gray CE, Borghese MM, Carson V, Chaput J-P, Janssen I, et al. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab* 2016;41:S197-239. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0663>.
- [33] Füssenich LM, Boddy LM, Green DJ, Graves LEF, Fowweather L, Dagger RM, et al. Physical activity guidelines and cardiovascular risk in children: a cross sectional analysis to determine whether 60 minutes is enough. *BMC Public Health* 2016;16:67. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-2708-7>.
- [34] Howie EK, Straker LM. Rates of attrition, non-compliance and missingness in randomized controlled trials of child physical activity interventions using accelerometers: A brief methodological review. *J Sci Med Sport* 2016;19:830-6. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.12.520>.
- [35] Fairclough SJ, Noonan R, Rowlands AV, Van Hees V, Knowles Z, Boddy LM. Wear Compliance and Activity in Children Wearing Wrist- and Hip-Mounted Accelerometers. *Med Sci Sports Exerc* 2016;48:245-53. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000771>.
- [36] Rowlands AV, Yates T, Davies M, Khunti K, Edwardson CL. Raw Accelerometer Data Analysis with GGIR R-package: Does Accelerometer Brand Matter? *Med Sci Sports Exerc* 2016;48:1935-41. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000978>.
- [37] Arvidsson D, Fridolfsson J, Börjesson M. Measurement of physical activity in clinical practice using accelerometers. *J Intern Med* 2019;286:137-53. <https://doi.org/10.1111/joim.12908>.
- [38] Remmers T, Thijs C, Timperio A, Salmon JO, Veitch J, Kremers SPJ, et al. Daily Weather and Children's Physical Activity Patterns. *Med Sci Sports Exerc* 2017;49:922-9. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001181>.
- [39] Turrisi TB, Bittel KM, West AB, Hojjatinia S, Hojjatinia S, Mama SK, et al. Seasons, weather, and device-measured movement behaviors: a scoping review from 2006 to 2020. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2021;18:24. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01091-1>.
- [40] Llorente-Cantarero FJ, Jurado-Castro JM, Leis R, Vázquez-Cobela R, González-Gil EM, Aguilera CM, et al. Evaluation of Sedentary Behavior and Physical Activity Levels Using Different Accelerometry Protocols in Chil-



dren from the GENOBOX Study. *Sports Med - Open* 2021;7:86. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00365-z>.

[41] Van Camp CM, Batchelder SR, Irwin Helvey C. Individual heart rate assessment and bout analysis of vigorous physical activity in children. *J Appl Behav Anal* 2022;55:782-98. <https://doi.org/10.1002/jaba.922>.