

Evaluación de la actividad física en niños

J.M. Jurado-Castro¹, F.J. Llorente-Cantarero^{2,3}, M. Gil-Campos^{3,4}

¹Unidad de Metabolismo e Investigación Pediátrica. Instituto Maimónides de Investigación Biomédica (IMIBIC). Universidad de Córdoba. ²Departamento de Educación Física y Deporte. Facultad de Educación. Universidad de Sevilla. ³CIBEROBn. ⁴Unidad de Metabolismo e Investigación Pediátrica. Hospital Universitario Reina Sofía. Instituto Maimónides de Investigación Biomédica (IMIBIC). Universidad de Córdoba

Resumen

La práctica de actividad física desempeña un papel fundamental en el desarrollo y la salud del niño, así como en la lucha contra la obesidad infantil. Esta revisión tiene como objetivo describir los diferentes métodos de evaluación de la actividad física para poder utilizarlos en investigación y, especialmente, en la práctica clínica. Existen métodos objetivos y subjetivos de valoración, entre los que destaca la acelerometría como método de referencia. El acelerómetro es un dispositivo que se coloca a la altura de la cadera, sujeto por un cinturón, que registra la duración y la intensidad de los movimientos que realiza un niño a lo largo de un día. Por otro lado, el uso de podómetros o pulseras de actividad es una alternativa más económica para realizar medidas de forma objetiva, aunque tienen menor precisión. Entre los métodos subjetivos, los cuestionarios y diarios de actividad física destacan por su fácil accesibilidad y reproducibilidad, así como por una amplia comparación con otros estudios. Entre los descritos en la literatura, hay algunos más indicados para la población infantil, como el cuestionario Assessment of Physical Activity Levels Questionnaire (APALQ). Por último, algunas técnicas, como el agua doblemente marcada, la calorimetría o la observación directa, son métodos de difícil acceso para el pediatra y de elevado coste económico, aunque ya se están utilizando en algunos centros especializados y en investigación. En conclusión, todas estas herramientas pueden permitir al pediatra prescribir actividad física y evaluar su práctica con mayor precisión para poder individualizar el tratamiento en función de las características del niño y su cumplimiento.

©2019 Ediciones Mayo, S.A. Todos los derechos reservados.

Palabras clave

Acelerometría, actividad física, condición física, ejercicio, obesidad infantil

Abstract

Title: Physical activity evaluation in children

Physical activity practice plays a basic role in the growing and health child, as well as in the fight against childhood obesity. The aim of the present review is to describe the different assessment methods of physical activity and its adaptation to research or clinical practice for pediatricians. There are objective and subjective methods of evaluation; accelerometry stands out as the gold standard method. The accelerometer is a tool placed at the hip height, held by a belt, in order to collect the time and intensity of all movements carry out by a child during his daily routine. On the other hand, the use of pedometers or activity bracelets might be a cheaper and easier alternative to accelerometer for objectively evaluation, although present less precision. According to subjective methods, questionnaires and physical activity journals stand out for their easy accessibility and reproducibility, as well as for a wide comparison with other studies. Some of them are addressed to children, specially the Assessment of Physical Activity Levels Questionnaire (APALQ), which stand out for its suitability. Lastly, techniques such as doubly marked water, calorimetry or direct observation present difficult methods to develop and high economic values, although they are already being used in some specialized centers and in investigation. In conclusion, all these tools can allow the pediatricians to prescribe physical activity and evaluate their practice with greater precision in order to individualize the treatment according to the characteristics of the child and its compliance.

©2019 Ediciones Mayo, S.A. All rights reserved

Keywords

Accelerometry, physical activity, fitness, exercise, childhood obesity

Introducción

La práctica de actividad física (AF) proporciona numerosos beneficios para la salud y se considera eficaz para la prevención de

diferentes enfermedades, sobre todo las cardiovasculares, durante las etapas de desarrollo del niño, así como su transferencia en el adulto joven^{1,2}. Gracias a la valoración y la cuantificación de la práctica de AF podemos controlar el gasto calórico y, por

Fecha de recepción: 25/01/19. Fecha de aceptación: 4/02/19.

Correspondencia: F.J. Llorente-Cantarero. Departamento de Educación Física y Deporte. Facultad de Educación. Universidad de Sevilla. Pirotecnia, s/n. 41013 Sevilla. Correo electrónico: llorentefj@yahoo.es

tanto, establecer un balance energético diario adecuado, además de promover un estado metabólico saludable³.

Actualmente, a pesar de las advertencias mostradas por diversas entidades públicas y por la Organización Mundial de la Salud, los datos sobre sedentarismo en niños muestran cifras cada vez mayores⁴, y es uno de los principales factores que influyen en la morbimortalidad en los países desarrollados, asociado con la aparición de sobrepeso y obesidad infantil⁵. Ante esta situación, la AF puede ser una estrategia valiosa en la lucha contra esta enfermedad.

La AF se describe como cualquier movimiento producido por el sistema musculoesquelético que implique un gasto energético, por mínimo que sea⁶. La evaluación de la AF implica la necesidad de utilizar herramientas avanzadas o la combinación de varias de ellas, dada la complejidad de las variables que la componen, como puede ser el tiempo, la intensidad, la frecuencia y el tipo de actividad que se realice⁷.

Existe una clasificación basada en la intensidad de la práctica que establece diferentes niveles: ligera, moderada y vigorosa. Actualmente, las recomendaciones globales de AF en niños de 5-17 años de edad implican la práctica de, al menos, 60 minutos diarios de AF moderada y vigorosa (AFMV) durante todos los días de la semana. Recientemente se ha descrito, en niños en edad escolar, que la práctica de 15-20 minutos diarios de AF vigorosa tiene el mismo efecto que 60 minutos al día de AFMV⁸, lo que supone una reducción significativa del riesgo de sobrepeso y obesidad. A su vez, la mejora de la fuerza y de la capacidad aeróbica se ha relacionado inversamente con el desarrollo de obesidad y de enfermedades cardiovasculares⁹. Un reciente informe nacional, basado en datos aportados por diferentes estudios, ha evaluado la influencia que diversos ámbitos han tenido sobre la práctica de AF en los niños, y cabe destacar que en torno al 39% practica una AF global de forma regular, aunque es un porcentaje relativamente bajo para estas edades¹⁰.

Todo ejercicio realizado por un niño puede evaluarse en función de los valores de intensidad metabólica equivalentes (MET). El rango en MET va desde 0,9, que se correspondería con la acción de dormir, hasta 18 (actividad muy intensa). Se ha sugerido que los criterios de clasificación para la intensidad de AF deben ser los siguientes: 1-1,5 MET para sedentarismo, 1,5-3 MET para AF ligera, 3-6 MET para AF moderada y >6 MET para AF vigorosa¹¹.

La infancia es un periodo clave para el desarrollo de las habilidades motoras y el aprendizaje de hábitos para una vida adulta saludable. La práctica regular de AF promueve en los sujetos que la realizan un estado metabólico saludable en comparación con los que tienen un estilo de vida más sedentario, además de ser una estrategia eficaz para mejorar los marcadores de riesgo metabólicos desde la infancia¹².

Esta revisión expone el uso práctico de diferentes herramientas, así como la descripción de sus características, para la medición de la AF y su evaluación. Los educadores y profesio-

nales de la salud deben alertar sobre los factores de riesgo asociados al sedentarismo y la baja práctica de ejercicio, además de disponer de los conocimientos y medios adecuados para la prescripción y la evaluación de la práctica de AF en los niños, con el fin de mejorar su estado de salud.

Monitorización objetiva de la actividad física

Acelerometría

El uso de acelerómetros se ha convertido en la medida más objetiva y fiable para evaluar el tiempo de AF y el sedentarismo (tabla 1). Los acelerómetros son dispositivos portátiles que miden las aceleraciones del segmento del cuerpo al que está conectado el monitor, registrando la aceleración en los 3 planos o ejes del espacio: Y, X y Z. ActiGraph es la marca más utilizada por los investigadores hasta en más de la mitad de los estudios publicados¹³. El acelerómetro mide de forma objetiva la duración y la intensidad de la actividad, así como la duración y el movimiento durante el sueño (para valorar el descanso), utilizando el número de «recuentos» de actividad por minuto o por día que, una vez procesados, se pueden interpretar en minutos de actividad o sedentarismo^{14,15}.

Tanto la cadera como la muñeca son lugares factibles para fijar el dispositivo. Sin embargo, aunque la muñeca presenta mayor adherencia a llevarlo puesto¹⁶, la cadera recoge de un modo más eficaz la intensidad. Para que los datos se consideren válidos, se recomienda utilizarlo un mínimo de 7 días, incluidos los de fin de semana, y un mínimo de 10 horas diarias de tiempo de registro¹⁷⁻¹⁹. Los acelerómetros generalmente se retiran durante las actividades acuáticas (nadar y ducharse) para evitar problemas de estancamiento, así como al dormir si resulta incómodo para el niño. En estos casos, y otros en los que el dispositivo no esté colocado, deberán identificarse la situación y la duración en un diario de actividades.

Podometría

Los podómetros o las pulseras de actividad son una alternativa económica y cómoda para medir la AF a través de la cuantificación del número de pasos efectuados (tabla 1). No está estandarizado el número de pasos mínimo recomendado en la práctica de AF, pero la evidencia actual sugiere que durante la etapa escolar debería oscilar entre 11.000 y 15.000 pasos/día (13.000-15.000 en los niños y 11.000-12.000 en las niñas), y entre 10.000 y 11.700 pasos/día en adolescentes. En niños en edad preescolar la evidencia es más limitada, aunque se ha propuesto un rango de 10.000-14.000 pasos/día²⁰.

Los podómetros pueden ofrecer una estimación objetiva aproximada en la duración de la AF, y son una alternativa para el seguimiento de los ejercicios llevados a cabo por pacientes con obesidad, asma, cardiopatías u otras enfermedades. Al igual que los acelerómetros, los podómetros deben colocarse en el cuerpo, preferiblemente en la cadera (sin diferenciar el

TABLA 1	Valoración de las diferentes herramientas para la evaluación de la actividad física en niños						
	Metodología	Validación	Objetividad	Reproducibilidad	Asequibilidad económica	Facilidad de uso	Dimensiones de la AF
	Acelerometría	√√√√	√√√√	√√√	√√	√√√	√√√
	Agua doblemente marcada	√√√√	√√√√	√	√	√	√
	Calorimetría	√√√√	√√√√	√	√	√	√
	Cuestionarios	√√√	√	√√√√	√√√√	√√√√	√√
	Diarios de actividades	√√	√	√√√√	√√√√	√√√√	√√√
	Observación directa	√√	√√	√√√√	√	√√√	√√√√
	Podometría	√√√	√√√	√√√	√√√√	√√√√	√
	Pulseras de actividad	√√	√√√	√√	√√√	√√√√	√√√
	AF: actividad física; √: escasa o inapropiada; √√: aceptable; √√√: buena; √√√√: excelente.						

lado izquierdo o el derecho), para aumentar así su grado de precisión. La principal ventaja de los podómetros es su facilidad de uso, pues no se requiere una experiencia técnica para utilizar el dispositivo e interpretar los datos recogidos, así como la posibilidad de que el propio sujeto tenga una información directa sobre la AF que realiza e incluso pueda aumentar la motivación de práctica de ejercicio²¹. Su principal desventaja es la imposibilidad de diferenciar entre los grados de intensidad que presenta la realización de un determinado ejercicio.

Pulseras de actividad

Las pulseras de actividad contienen en su mecanismo un acelerómetro, proporcionando medidas del nivel de AF, aunque son menos precisas que las que otorga un acelerómetro portátil, capaz de medir aceleraciones de ~ 0,05-2 Gs. Los acelerómetros incluidos en las pulseras de actividad no permiten modificar su frecuencia de registro, que normalmente está estandarizada a 25 Hz en la mayoría de los modelos.

Estos dispositivos están dirigidos a poblaciones de diferente edad, incluidos los niños, y ofrecen, al igual que otros, una retroalimentación directa del trabajo realizado (tabla 1), a diferencia de los acelerómetros, que requieren una descarga de datos e interpretación por parte de profesionales. Además, puede incluir un registro de la AF diaria, así como la programación de objetivos personalizados, que puede prescribirse y monitorizarse por pediatras, educadores u otros profesionales del área. Por otro lado, un gran número de estos dispositivos añaden la posibilidad de lectura de la frecuencia cardíaca (FC)²².

Agua doblemente marcada

El método del agua doblemente marcada utiliza isótopos estables de hidrógeno y oxígeno administrados por vía oral. Se ha establecido como una importante herramienta para investigar

el metabolismo energético. Es el primer método genuinamente no invasivo para medir el gasto energético en personas de forma libre y sin tener que llevar ningún tipo de aparato de medición, que proporciona estimaciones del gasto habitual durante un periodo de 10-20 días²³.

A su vez, es una herramienta para poder valorar de forma objetiva el nivel de AF a través del cálculo del gasto calórico⁷. Es un método indicado para la etapa infantil (0-3 años) en la que el acelerómetro no se recomienda, dada la limitación en movimientos que presenta el niño. Las principales limitaciones de este método, a pesar de su precisión, son el elevado precio y el alto nivel de técnica requerida (tabla 1).

Calorimetría directa e indirecta

La calorimetría permite calcular la cantidad de energía producida a través de la medición del consumo de O₂ y la producción de CO₂, al analizar los gases inspirados y espirados. La calorimetría directa evalúa el gasto energético que produce un ejercicio en tiempo real mediante la medición del intercambio de gases y el calor producido por el sujeto. Es necesario que la prueba se realice en un entorno o ambiente cerrado (cámara especial). La calorimetría indirecta consiste en medir el consumo de O₂ por un sujeto en una cámara o máscara respiratoria para poder calcular las kilocalorías que está consumiendo; es necesario estar tumbados e inmóviles para no proporcionar un gasto energético añadido. Se usa principalmente en sujetos enfermos con el fin de poder adaptar su alimentación. Ambos métodos son poco prácticos en la evaluación de la AF, pues requieren costosos aparatos o cámaras cerradas para su medición²⁴ (tabla 1).

Monitorización de la frecuencia cardíaca

La banda pectoral y los sensores ópticos de muñeca son herramientas complementarias que monitorizan la FC. La medición

TABLA 2

Características de los cuestionarios y diarios de actividad para evaluar la actividad física en niños

Acrónimo	Definición/referencia	Rango de edad (años)	Ítems	Periodo de recuerdo (días)	Dimensiones de evaluación	Unidad de medida
APALQ	Evaluación del Cuestionario de Niveles de Actividad Física	9-18	5	7	Tipo de actividad/frecuencia/duración/intensidad	Índice de AF (Escala 1-5)
F1-d PAQ	Recordatorio de Ayer (4 días)	11-14	28	4	Frecuencia/duración	kcal/día
YACH	Lista de Verificación de Actividades de Ayer	9-10	21	1	Tipo de actividad/frecuencia	MET
ENERGY	Cuestionario de Energía Infantil	10-12	30	7	Tipo de actividad/frecuencia/duración/intensidad	Sesiones/semana (≥ 20 min)

Adaptada de: Martínez-Lemos et al.²⁹. AF: actividad física; APALQ: Assessment of Physical Activity Levels Questionnaire; ENERGY: Energy-Child Questionnaire; F1-d PAQ: Four by One-Day Physical Activity Questionnaire; MET: equivalentes de intensidad metabólica; YACH: Yesterday Activity Checklist.

de la FC permite estimar la intensidad de la AF²⁵. Además, los cambios en la FC presentan una relación lineal con el gasto energético y el consumo de O₂ durante la práctica de ejercicio.

Entre las diferentes fórmulas propuestas para calcular la FC máxima, destaca por su sencillez de uso la fórmula: $208 - (0,7 \times \text{edad, en años})$ ²⁶. Una vez conocida la FC máxima del niño, se puede prescribir la intensidad a la que el sujeto debe realizar la AF. Para calcular el nivel de intensidad de la AF a la que interesa que el niño realice ejercicio según la FC, se han establecido diferentes zonas de trabajo en función de los distintos niveles de intensidad: la «zona 1» es la menos intensa y la «zona 5» la de más intensidad. A cada zona se le ha asignado un número de pulsaciones por minuto (PPM) que deberemos de restar a la FC máxima para conocer cuál es el rango de pulsaciones que el niño no debe superar si queremos que trabaje a ese nivel de intensidad. Los valores de las diferentes zonas son los siguientes: zona 1= 50 ± 5 PPM; zona 2= 40 ± 5 PPM; zona 3= 30 ± 5 PPM; zona 4= 20 ± 5 PPM; zona 5= 10 ± 5 PPM. A continuación exponemos un ejemplo para un niño con una FC máxima de 210: zona 1 (intensidad ligera): $210 - 50 \pm 5 \rightarrow 155 - 165$ PPM; zona 4 (intensidad moderada-vigorosa): $210 - 20 \pm 5 \rightarrow 185 - 195$ PPM²⁷.

Métodos subjetivos para la valoración de la actividad física

Existen diferentes métodos de valoración subjetiva de la AF, en los que la propia observación puede ser determinante para obtener los datos con mayor veracidad. La observación directa consiste en controlar al niño durante largos periodos y codificar la actividad realizada, generalmente registrada en intervalos de tiempo. De esta manera, además de cuantificar la AF, se pueden obtener datos del entorno en el que se produce. La principal limitación de este método es que requiere la presencia continua del profesional, aunque puede ser muy útil cuando la información procede de monitores o entrenadores que están con los niños habitualmente o de forma programada (tabla 1)²⁸.

Esta herramienta, en muchos casos, suele ser complementaria a otras utilizadas.

Cuestionarios y diarios de actividad

Existen diferentes cuestionarios y diarios de actividad validados para la evaluación de la AF habitual en niños de hasta 12 años (tabla 2). Una reciente revisión sistemática²⁹ ha medido la calidad metodológica de diferentes cuestionarios mediante la lista de comprobación «Atributos cualitativos y propiedades de medición de los cuestionarios de AF» (QAPAD)³⁰. Cinco de 14 cuestionarios analizados cumplen al menos el 50% de los indicadores de calidad.

La principal ventaja que presenta el uso de cuestionarios y diarios de actividades es su accesibilidad, ya que no se requiere gran inversión económica. También se destaca la reproducibilidad de un estudio a otro. Sin embargo, suele haber una sobrestimación en el registro de la AF del niño con el uso de estos métodos²⁹.

Los cuestionarios de evaluación de la AF se consideran menos fiables, pues dependen de las respuestas subjetivas de los niños y/o sus familias (tabla 1). De hecho, en las respuestas realizadas por niños, la menor capacidad cognitiva de éstos, en comparación con la de los adultos, hace que las actividades no sean recordadas con precisión, el grado de intensidad no sea reconocido como tal y las respuestas no se asemejen a la realidad³¹.

Un diario de actividad es un método en el que el niño o adulto anota las actividades realizadas, transformándose posteriormente los datos en una medida estándar (MET, min o kcal). Los niños deben recordar las actividades realizadas durante el día previo y anotarlas en una lista de actividades habituales, así como el nivel de intensidad de las actividades realizadas (ligero, moderado o vigoroso). Para calcular el gasto calórico en relación con los MET debemos tener en cuenta que equivale a $0,0175 \text{ kcal/kg/min}$ ¹⁶. Algunos ejemplos de actividades y su relación en MET son: dormir equivale a «1»; ver la televisión a «1,5»; aseo personal o tareas del hogar a «2,5»; pasear rápido

TABLA 3

Características del cuestionario para la evaluación de los niveles de actividad física en niños (Assessment of Physical Activity Levels Questionnaire [APALQ])

N.º de pregunta	Preguntas	Categorías de las respuestas	Valoración de las respuestas*
1	Fuera de la escuela, ¿participa en alguna actividad deportiva organizada?	1) Nunca; 2) <1 vez a la semana; 3) ≥1 vez a la semana; 4) casi todos los días	1/2/3/4
2	Fuera de la escuela, ¿participa en alguna actividad deportiva no organizada?	1) Nunca; 2) <1 vez a la semana; 3) ≥1 vez a la semana; 4) casi todos los días	1/2/3/4
3	En las clases de educación física, ¿cuántas veces realiza deporte o actividad física al menos durante 20 minutos?	1) Nunca; 2) ≥1 vez al mes; 3) >1 vez al mes y 1 vez a la semana; 4) 2-3 veces a la semana; 5) ≥4 veces a la semana	1/2/3/4/5
4	Fuera de la escuela, ¿cuántas horas a la semana realiza actividad física vigorosa?	1) Nunca; 2) ≥1 vez al mes; 3) >1 vez al mes y 1 vez a la semana; 4) 2-3 veces a la semana; 5) ≥4 veces a la semana	1/2/3/4/5
5	¿Realiza deporte de competición?	1) Nunca; 2) <1 vez a la semana; 3) ≥1 vez a la semana; 4) casi todos los días	1/2/3/4

*Las respuestas se miden en una escala en la que 1 es el valor más bajo, y 4 o 5 el más alto; además, tienen un carácter sumatorio, por lo que se van acumulando para conseguir el resultado global del test 5-10: nivel sedentario; 11-16: nivel moderadamente activo; ≥17: nivel muy activo.

o ir en bicicleta a «4»; correr o nadar a «6», y deportes colectivos, atletismo o artes marciales a «10»¹¹.

El cuestionario Assessment of Physical Activity Levels Questionnaire (APALQ)³² se considera adecuado en la valoración de la AF de niños y adolescentes. Engloba diferentes aspectos (tipo de actividad, frecuencia, intensidad, duración), y además destaca por su sencillez y rapidez para su cumplimentación²⁹ (tabla 3). Por otro lado, algunos cuestionarios, como el Four by One-Day Physical Activity Questionnaire (F1-dPAQ)³³, el Yesterday Activity Checklist (YACH)³⁴ o el Energy-Child Questionnaire (ENERGY)³⁵, son más tediosos de realizar al contar con un mayor número de ítems (entre 20 y 30) (tabla 2).

Condición física

Además de la evaluación de la AF mediante los diferentes tipos de herramientas y métodos disponibles, debemos tener en cuenta la condición física del niño, definida como la capacidad que tiene para realizar una actividad. La evidencia científica sostiene que el nivel de condición física es un eficaz predictor de morbilidad y mortalidad en la edad adulta, por lo que es imprescindible mantener un estado óptimo desde edades tempranas. La condición física incluye diversos componentes, como la composición corporal y las capacidades aeróbica, musculoesquelética y motora³⁶. Se recomienda la utilización de los test propuestos en la Batería ALPHA-Fitness³⁶ y la Batería PREFIT³⁷ para niños en edad escolar y preescolar, respectivamente, para evaluar los diferentes componentes de la condición física.

Conclusión

El método objetivo más utilizado para la cuantificación de la práctica de actividad física es el acelerómetro. Sin embargo, la interpretación de los resultados presenta limitaciones en la práctica clínica habitual dada la necesidad de especialización

para la interpretación del registro. Por ello, en la práctica clínica diaria se recomienda la utilización combinada de podómetros o pulseras de actividad junto con el cuestionario APALQ, ya que permite conocer los hábitos y los tipos de práctica de AF, así como una retroalimentación directa tanto para el paciente como para el profesional. Por otro lado, el conocimiento de la práctica de AF debería ir asociado con evaluaciones periódicas de la condición física, así como de la monitorización de la FC con el fin de constatar la efectividad del ejercicio en los niños. ■

Bibliografía

- Warburton DE, Bredin SS. Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Curr Opin Cardiol.* 2017; 32: 541-556.
- Reiner M, Niermann C, Jekauc D, Woll A. Long-term health benefits of physical activity: a systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health.* 2013; 13: 813.
- World Health Organization Regional Office for Europe. EUR/RC65/9: Physical activity strategy for the WHO European Region 2016-2025.
- Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet.* 2014; 384: 766-781.
- GBD 2016 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet.* 2017; 390: 1.151-1.210.
- World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. Ginebra: WHO, 2010.
- Trost SG. State of the art reviews: measurement of physical activity in children and adolescents. *Am J Lifestyle Med.* 2007; 1: 299-314.

8. Schwarzfischer P, Weber M, Gruszfeld D, Socha P, Luque V, Escribano J, et al. BMI and recommended levels of physical activity in school children. *BMC Public Health*. 2017; 17: 595.
9. Pérez-Terzic CM. Exercise in cardiovascular diseases. *PM&R*. 2012; 4: 867-873.
10. Roman Viñas B, Serra Majem L, Aznar Laín S, Zazo F, Martínez Martínez J. Informe 2018 de actividad física en niños y adolescentes en España. Barcelona: Fundación para la Investigación Nutricional. 2018; 24.
11. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32: 498S-504S.
12. Janssen I, LeBlanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2010; 7: 40.
13. Wijndaele K, Westgate K, Stephens SK, Blair SN, Bull FC, Chastin SF, et al. Utilization and harmonization of adult accelerometry data: review and expert consensus. *Med Sci Sports Exerc*. 2015; 47: 2.129-2.139.
14. Butte NF, Ekelund U, Westerterp KR. Assessing physical activity using wearable monitors: measures of physical activity. *Med Sci Sports Exerc*. 2012; 44: 5S-12S.
15. Rothney MP, Apker GA, Song Y, Chen KY. Comparing the performance of three generations of ActiGraph accelerometers. *J Appl Physiol*. 2008; 105: 1.091-1.097.
16. Fairclough S, Noonan R, Rowlands A, Van Hees V, Knowles Z, Boddy L. Wear compliance and activity in children wearing wrist and hip mounted accelerometers. *Med Sci Sports Exerc*. 2016; 48: 245-253.
17. Migueles JH, Cadenas-Sánchez C, Ekelund U, Nyström CD, Mora-González J, Löf M, et al. Accelerometer data collection and processing criteria to assess physical activity and other outcomes: a systematic review and practical considerations. *Sport Med*. 2017; 47(9): 1.821-1.845.
18. Freedson PS, John D. Comment on «Estimating activity and sedentary behavior from an accelerometer on the hip and wrist». *Med Sci Sports Exerc*. 2013; 45: 962-963.
19. Choi L, Liu Z, Matthews E, Buchowski MS. Validation of accelerometer wear and nonwear time classification algorithm. *Med Sci Sports Exerc*. 2012; 43: 357-364.
20. Tudor-Locke C, Craig CL, Beets MW, Belton S, Cardon GM, Duncan S, et al. How many steps/day are enough? For children and adolescents. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011; 8: 78.
21. Voss C, Harris KC. Physical activity evaluation in children with congenital heart disease. *Heart*. 2017; 103: 1.408-1.412.
22. Voss C, Gardner RF, Dean PH, Harris KC. Validity of commercial activity trackers in children with congenital heart disease. *Can J Cardiol*. 2017; 33: 799-805.
23. Prentice A, ed. The doubly-labelled water method for measuring energy expenditure. Technical recommendations for use in humans. A consensus report by the International Dietary Energy Consultancy Group (IDECG). Viena: IDECG Working Group, 1990; 1-16.
24. Joosten KFM, Verhoeven JJ, Hazelzet JA. Energy expenditure and substrate utilization in mechanically ventilated children. *Nutrition*. 1999; 15: 444-448.
25. Sallo M, Silla R. Physical activity with moderate to vigorous intensity in preschool and first-grade schoolchildren. *Pediatr Exerc Sci*. 1997; 9: 44-54.
26. Tanaka H, Monahan KG, Seals DS. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001; 37:153-156.
27. Berkelmans DM, Dalbo VJ, Fox JL, Stanton R, Kean CO, Giamarellos KE, et al. Influence of different methods to determine maximum heart rate on training load outcomes in basketball players. *J Strength Cond Res*. 2018; 32: 3.177-3.185.
28. McKenzie TL. The use of direct observation to assess physical activity. En: Welk G, ed. *Physical activity assessments for health-related research*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2002; 179-195.
29. Martínez-Lemos RI, Ayán Pérez C, Sánchez Lastra A, Cancela Carral JM, Valcarce Sánchez R. Cuestionarios de actividad física para niños y adolescentes españoles: una revisión sistemática. *An Sist Sanit Navarra*. 2016; 39: 417-428.
30. Terwee CB, Mokkink LB, Van Poppel MN, Chinapaw JM, Van Mechelen W, De Vet HCW. Qualitative attributes and measurement properties of physical activity questionnaires. *Sports Med*. 2010; 40: 525-537.
31. Bailey RC, Olson J, Pepper SL. The level and tempo of children's physical activities: an observational study. *Med Sci Sports Exerc*. 1995; 27: 1.033-1.041.
32. Telama R, Viikari J, Valimaki I. Atherosclerosis precursors in Finnish children and adolescents: leisure-time physical activity. *Acta Paediatr Scand*. 1985; 318: 169-180.
33. Cale L, Almond L. Physical activity levels of young children: a review of the evidence. *Health Educ J*. 1992; 51: 94-99.
34. Sallis JF, Buono MJ, Roby JJ, Micalle FG, Nelson JA. Seven-day recall and other physical activity self-reports in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 1993; 25: 99-108.
35. Singh AS, Vik FN, Chinapaw MJ, Uijtdewilligen L, Verloigne M, Fernández-Alvira JM, et al. Test-retest reliability and construct validity of the ENERGY-child questionnaire on energy balance-related behaviours and their potential determinants: the ENERGY-project. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011; 8: 136.
36. Ruiz JR, España Romero V, Castro Piñero J, Artero EG, Ortega F, Cuenca García M, et al. Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutr Hosp*. 2011; 26: 1.210-1.214.
37. Ortega FB, Cadenas-Sánchez C, Sánchez-Delgado G, Mora-González J, Martínez-Téllez B, Artero EG, et al. Systematic review and proposal of a field-based physical fitness-test battery in preschool children: the PREFIT battery. *Sports Med*. 2015; 45: 533-555.