

## Nuevas técnicas para medir el nivel de actividad física en estudios epidemiológicos sobre enfermedades no transmisibles en Cuba

New techniques to measure physical activity levels in epidemiological studies about non-communicable diseases in Cuba

Yuri Arnold Domínguez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4901-8386>

Pedro Luis Véliz Martínez<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3789-8945>

<sup>1</sup>Instituto de Endocrinología. La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Sociedades Científicas de la Salud. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [yuri.arnold@infomed.sld.cu](mailto:yuri.arnold@infomed.sld.cu)

### RESUMEN

**Introducción:** Los estudios epidemiológicos sobre enfermedades no transmisibles en Cuba requieren técnicas que determinen el nivel de actividad física de manera práctica, válida, confiable y costo-efectiva.

**Objetivo:** Caracterizar las técnicas que miden el nivel de actividad física de cuestionarios validados por sensores de movimiento y que resulten aplicables en la población cubana.

**Métodos:** La búsqueda se efectuó a través de bases de datos PubMed, Cochrane, LILACS y SciELO. Las palabras utilizadas en la búsqueda fueron: actividad física, actividad física/técnicas de medición, actividad física/cuestionario, inactividad física y enfermedades no transmisibles. Se consultaron documentos que hubiesen sido publicados en el periodo 2014-2019.

**Análisis e integración de la información:** Se identificaron 66 artículos, de los cuales se seleccionaron 36 que contribuyeron al resultado final. Se describieron las características más relevantes de cada técnica, así como también las semejanzas y diferencias entre ellas. Basado en los criterios de los autores referidos y el de los autores, se definió cuál sería la técnica apropiada a utilizar.

**Conclusiones:** Se considera que los podómetros junto con la versión corta del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ, siglas en inglés), son las técnicas que pueden utilizarse para medir el nivel de actividad física en la población cubana.

**Palabras clave:** actividad física; actividad física/técnicas de medición; actividad física/cuestionarios; inactividad física; enfermedades no transmisibles.

## ABSTRACT

**Introduction:** Epidemiological studies about non-communicable diseases in Cuba require techniques that determine physical activity levels in a practical, valid, reliable and cost-effective manner.

**Objective:** Characterize the techniques that measure the level of physical activity of questionnaires validated by movement sensors and that are applicable in the Cuban population.

**Methods:** A search was conducted in the databases PubMed, Cochrane, LILACS and SciELO, using the descriptors physical activity, physical activity / measurement techniques, physical activity / questionnaire, physical inactivity and non-communicable diseases. The documents consulted had been published in the period 2014-2019.

**Data analysis and integration:** A total 66 articles were identified, of which 36 were selected that contributed to the final result. A description was performed of the most relevant characteristics of each technique, as well as the similarities and differences between them. Determination was made of the appropriate technique to be used, based on criteria issued by article authors and referred authors.

**Conclusions:** Pedometers and the short International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) were selected as the techniques to be used to measure physical activity levels in the Cuban population.

**Key words:** physical activity; physical activity/measurement techniques; physical activity/questionnaires; physical inactivity; non-communicable diseases.

Recibido: 27/11/2020

Aceptado: 08/01/2021

## Introducción

Actividad física es cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos cuyo resultado es un gasto energético, el cual se añade al metabolismo basal; esta incluye al ejercicio físico, pero también a otras actividades como el movimiento corporal que se realiza durante la recreación, el trabajo, la transportación, en el hogar, entre otras.<sup>(1,2)</sup>

En la medición de la actividad física es necesario tener en cuenta varias dimensiones que la integran:<sup>(3,4,5)</sup>

1. Tipo: se tiene en cuenta características determinadas. Esta se puede clasificar en fisiológico (aeróbica o anaeróbica); habilidad física (correr, nadar y otras); y objetivo que se persiga (fuerza o resistencia)
2. Frecuencia: número de veces que es realizada por unidad de tiempo
3. Duración: cantidad de tiempo que se invierte en su realización
4. Intensidad: magnitud de la respuesta fisiológica que la actividad física provoca por unidad de tiempo
5. Dominio: contexto en que se realiza la actividad física
  - a. durante el tiempo libre
  - b. trabajo
  - c. hogar
  - d. en el transporte
6. Gasto calórico: incluye datos de intensidad y duración de la actividad física concreta a la vez y de volumen, como el número total de ejercicios y series realizadas en cada entrenamiento físico.

El gasto calórico es importante para estimar la prevalencia de la inactividad física, considerada un factor de riesgo de enfermedades no transmisibles (ENT) a nivel poblacional. La medición con calidad de la actividad física permitirá a las autoridades de salud instaurar medidas a corto o mediano plazo que incorporen estrategias preventivas para la reducción de este factor de riesgo (inactividad física) en la comunidad.<sup>(6,7,8,9)</sup>

Existen diversas técnicas para medir la actividad física tanto a nivel individual como colectivo, las cuales se agrupan en métodos objetivos y subjetivos. Los primeros miden parámetros fisiológicos (gasto calórico) o los movimientos del cuerpo. Las técnicas que miden el gasto calórico son agua doblemente marcada, la calorimetría directa e indirecta y monitores del ritmo cardiaco; mientras que los acelerómetros y podómetros miden los movimientos del cuerpo. Los métodos subjetivos lo conforman las encuestas y los cuestionarios.<sup>(3,10)</sup>

Los cuestionarios son considerados una técnica eficiente para evaluar la actividad física en estudios poblacionales, cuando reúne las siguientes cualidades: contener las dimensiones básicas, ser práctico, tener una confiabilidad y validez aceptable, ser

costo-efectivo, que el tamaño de muestra de la población en que se aplique sea representativo de esa población, entre otros aspectos.<sup>(11)</sup>

Para validar un cuestionario se requiere que se comparen los datos de medición de la actividad física con una técnica que pertenezca a los métodos objetivos; las más usadas son los dispositivos que miden los movimientos corporales, por ser estos más prácticos entre todas las técnicas existentes y por ser capaces de estimar el gasto energético por actividad física (GEAF);<sup>(12)</sup> y las tasas de inactividad física, con mejores resultados que los cuestionarios.<sup>(13,14)</sup>

Hasta donde los autores han podido indagar, solo se ha encontrado un estudio en Cuba en el marco de la III Encuesta Nacional de Factores de Riesgo y Actividades Preventivas de Enfermedades No Transmisibles en el año 2010-2011, en el que se utilizó el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), en su formato corto.<sup>(15)</sup>

Los autores se trazaron como objetivo caracterizar las técnicas que miden el nivel de actividad física de cuestionarios validados por sensores de movimiento y que resulten aplicables en la población cubana.

## **Análisis e integración de la información**

La búsqueda se efectuó a través de las bases de datos PubMed, Cochrane, LILACS y SciELO para responder cuáles técnicas pueden ser utilizadas en la actualidad para medir el nivel de actividad física en la población cubana teniendo en cuenta las evidencias empíricas sobre el tema. Por este motivo se decide hacer una revisión integrativa en la búsqueda de artículos actualizados que detallen sobre las características de las técnicas que existen para medir la actividad física, con vistas a establecer comparaciones entre algunas de ellas y, por ende, dar respuesta a la pregunta de revisión.

En la selección de los artículos se tuvieron en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, respectivamente.

Los criterios de inclusión fueron:

1. estar publicados en el periodo 2014-2019, que incluyan los métodos o técnicas para medir la actividad física
2. que la muestra esté conformada por personas mayores de 18 años
3. que estén relacionados con la medición de la actividad física en personas con ENT (diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares y obesidad)
4. que se encuentren en los idiomas español o inglés
5. que provengan de revistas y libros electrónicos
6. que el material publicado permita el acceso a texto completo

Se excluyeron aquellos artículos de los que solo se tuviera acceso al título, autores, instituciones y resúmenes; así también las revisiones sistemáticas, editoriales de revistas científicas, cartas al editor e informes de congresos.

Las palabras utilizadas en la búsqueda en idioma español fueron: actividad física, actividad física/cuestionarios, actividad física/técnicas de medición, inactividad física, enfermedades no transmisibles; con sus respectivas traducciones en idioma inglés: *physical activity*, *physical activity/questionnaires*, *physical activity/measurement techniques*, *physical inactivity*, *non-communicable diseases*.

Inicialmente, durante el proceso de selección de los artículos, los revisores evaluaron los títulos y resúmenes de los registros recuperados de la búsqueda y excluyeron aquellos documentos que no cumplían con los criterios de inclusión.

En la producción científica analizada se mantuvieron y respetaron las ideas y criterios de los autores de los artículos revisados. Los diagramas de flujo de los estudios se utilizaron para ilustrar el proceso de búsqueda, evaluación y selección de los artículos para su inclusión en la revisión. La figura muestra el proceso de selección de los artículos que fueron escogidos e influyeron en el resultado final de la revisión.

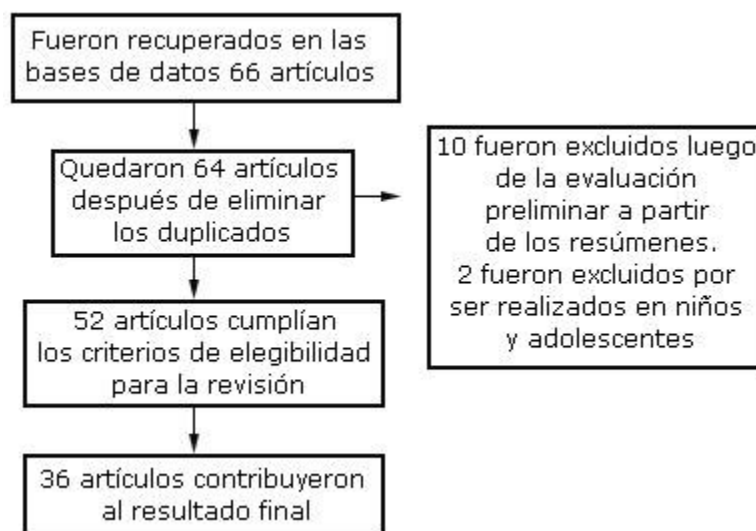


Fig. Diagrama de flujo del proceso de evaluación y selección de los estudios.

Se encontraron 66 artículos en la primera búsqueda en las siguientes bases de datos: PubMed (32), SciELO (31), Cochrane (2) y LILACS (1).

Los 52 artículos recuperados a texto completo fueron evaluados por los autores en busca de su relevancia en el tema de investigación. Finalmente, solo 36 artículos contribuyeron al resultado final; aportaron información actualizada sobre las características de las técnicas y sobre los elementos necesarios que debe tener una

técnica para ser costo-efectiva, válida, práctica y confiable, con vistas a ser propuesta a usar en el contexto cubano.

## Análisis, síntesis e integración de los resultados de la búsqueda

Roldan y otros<sup>(11)</sup> consideran que la técnica ideal para medir la actividad física en estudios epidemiológicos debe ser precisa, objetiva, práctica, costo-efectiva, robusta, eficiente en cuanto al tiempo, socialmente aceptable, que haga un seguimiento continuo y detallado de las distintas dimensiones que miden la actividad física y que se aplique a un número elevado de personas.

Las técnicas que miden la actividad física se agrupan en dos tipos de métodos: objetivos y subjetivos. Los métodos objetivos cuantifican elementos como el GEAF y los movimientos corporales, constituyendo los primeros los más precisos. Los métodos subjetivos lo componen los cuestionarios y las encuestas.<sup>(3,10,16)</sup>

A continuación, se exponen algunas de las técnicas más usadas del método objetivo:

1. *Técnica de agua doblemente marcada*: Consiste en suministrar agua doblemente marcada ( $2\text{H}_2^{18}\text{O}$ ) con trazadores isótopos estables. Se determina al cabo de un tiempo la eliminación diferencial de los isótopos deuterio ( $2\text{H}$ ) y  $^{18}\text{O}_2$  del agua corporal del organismo. La diferencia entre estas tasas de eliminación permite calcular la cantidad de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) producido y de esta manera conocer el gasto energético al aplicar las ecuaciones estándares de calorimetría indirecta.<sup>(11,17,18)</sup>
2. *Calorimetría directa*: Consiste en la utilización de una cámara herméticamente sellada por cuyas paredes pasa una tubería con agua. Cuando la persona realiza ejercicio en el interior de la cámara, se genera calor, el cual, se transfiere al aire y a las paredes de la cámara y por convección incrementa la temperatura del agua. Este cambio de calor es una medida del ritmo metabólico de la persona que se ejercita.<sup>(11,17)</sup>

La calorimetría directa y la de agua doblemente marcada se consideran los patrones de referencia para evaluar la actividad física, por ser las más objetivas y precisas entre las existentes, pero debido a su alta tecnología y costo, y por realizarse de forma individual, son las técnicas menos prácticas que se conocen.<sup>(18,19)</sup>

3. *Calorimetría indirecta*: se mide el calor producido por la actividad física en forma indirecta a partir del intercambio gaseoso entre el  $\text{O}_2$  y el  $\text{CO}_2$ , permite medir en forma exacta el gasto calórico en reposo de una persona, de esta manera se puede saber si el paciente posee un metabolismo lento o acelerado.<sup>(11)</sup>

Las evaluaciones directas e indirectas del consumo máximo de  $O_2$  están directamente relacionadas con la capacidad máxima funcional cardiorrespiratoria y metabólica. El consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) puede ser medido de forma bastante exacta en un laboratorio de fisiología del ejercicio (análisis de intercambio gaseoso), este procedimiento es caro, lleva mucho tiempo y no está disponible para todas las personas.<sup>(11)</sup>

4. *Monitores de ritmo cardiaco*: La frecuencia cardiaca (fc) es una medida indirecta del gasto de energía y de la actividad física. Existe una relación lineal directa entre la fc y la energía gastada, pero hay una gran variación entre los individuos, ya que, la fc en reposo determina el incremento de esta durante la actividad y, además, se limita la precisión durante bajos niveles de actividad física, debido a que el pulso es relativamente estable por el poco estímulo cardiaco. La fc también puede verse afectada por medicamentos, enfermedades o estrés, entre otros factores. Por lo anterior, la fc no se utiliza habitualmente para medir la actividad física por sí sola, sin embargo, en los individuos que deben controlarse por otros motivos, el registro puede ser de ayuda en la identificación de los periodos de mayor actividad física.<sup>(11)</sup>
5. *Acelerómetros*: Son dispositivos que miden el movimiento hasta en tres dimensiones, utiliza un mecanismo piezoeléctrico y microprocesadores que miden la aceleración del cuerpo y lo convierten en una señal digital cuantificable (cuentas/min). Estos dispositivos miden las dimensiones de la actividad física: intensidad, duración y frecuencia. La acelerometría fundamenta sus resultados en la existencia de una relación lineal entre la integral de la aceleración corporal y el consumo de  $O_2$ , hecho que permite el cálculo del gasto energético asociado al movimiento.<sup>(20,21,22,23)</sup>
6. *Podómetros*: Son pequeños dispositivos o aplicaciones de un teléfono celular inteligente que tienen mecanismos de resorte que registran los movimientos en la dirección vertical en un periodo de tiempo determinado y se usan en la cintura o a nivel del muslo.<sup>(12,24,25,26)</sup> A través de ecuaciones de predicción, el sistema de estos dispositivos convierte los pasos en distancia (metros) y gasto energético (kcal). Son instrumentos económicos, objetivos y fáciles de usar cuando la caminata es la práctica usual, aunque no brindan información temporal sobre el patrón de actividad. Las limitaciones para su uso son la incapacidad para medir la actividad superior del cuerpo y la intensidad de la actividad en cuestión. Los podómetros, a diferencia de los acelerómetros, son baratos y no requieren de un equipo adicional para grabar o interpretar los resultados.<sup>(27,28,29,30,31)</sup>

Los métodos subjetivos estiman el GEAF proveniente de la información suministrada por la persona evaluada; se basan en ecuaciones de predicción, en las cuales se realiza un recuento de las actividades realizadas en uno o más días. El estimado del GEAF es producto de multiplicar el tiempo y la duración dedicada a las actividades realizadas, por una tasa estimada del gasto energético, que varía según la intensidad de la actividad en cuestión.<sup>(32,33,34)</sup>



Los cuestionarios que miden actividad física se clasifican en estándar y breves. Entre los cuestionarios estándares más conocidos se encuentran el *Cuestionario mundial de actividad física*<sup>(35)</sup> (GPAQ, por sus siglas en inglés) y el *Cuestionario internacional de actividad física* (IPAQ, por sus siglas en inglés).<sup>(36,37)</sup>

El cuestionario IPAQ fue concebido como un instrumento de registro de actividad e inactividad física; se realizó entre los años 1997-1998 por un grupo de consenso internacional.<sup>(36)</sup> Este grupo estuvo conformado por expertos del Instituto Karolinska, Universidad de Sydney, Organización Mundial de la Salud (OMS), Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés).<sup>(38)</sup> Este instrumento tiene una versión corta y otra larga,<sup>(36)</sup> la primera está conformada por nueve ítems y registra el tiempo empleado en caminar, las actividades de intensidad moderada-vigorosa y la conducta sedentaria. Mientras que la segunda tiene 31 ítems y explora las dimensiones de la actividad física, frecuencia y duración, de las actividades relacionadas con el hogar, la ocupación, el transporte y el tiempo libre.<sup>(36,38)</sup> Entre las dos versiones del IPAQ, es la corta la que se ubica entre los 23 cuestionarios de medición de actividad física en adultos con mejores propiedades psicométricas.<sup>(36,37)</sup>

Respecto al cuestionario GPAQ, ha sido elaborado por la OMS, está conformado por dieciséis ítems; se puede aplicar a personas mayores de 18 años y evalúa la actividad física realizada durante el trabajo, el transporte y el tiempo libre.<sup>(38,39)</sup>

Tanto la versión corta del IPAQ, como el GPAQ tienen como función facilitar el control, seguimiento de la actividad física y aportar valores cuantificables que mediaran el nivel de actividad física e inactividad física en la población. Es el GPAQ el instrumento que propone la OMS actualmente para la vigilancia activa de la actividad física en países en desarrollo; es una versión mejorada del IPAQ que puede usarse a nivel intercultural.<sup>(38,39)</sup>

En un estudio efectuado en Viet Nam se realizó una comparación entre la fiabilidad y la validez de estos dos instrumentos; se usaron podómetros para validar los datos obtenidos por los cuestionarios. Los resultados mostraron que el cuestionario GPAQ tiene una confiabilidad mejor para personas de trabajo estable, pero no así para personas con actividades físicas variables. Dentro de las dimensiones de la actividad física, el dominio “trabajo” se ha reportado con mayor grado de sobreestimación, tanto en intensidad como duración en los diferentes estudios que utilizan cuestionarios como la versión larga IPAQ o GPAQ. Con respecto a la versión corta del cuestionario IPAQ, en el último ítem se evalúa el cumplimiento de 10 minutos continuos de caminatas, sin embargo, a juicio de varios investigadores esta pregunta genera sobreestimación en la variable tiempo.<sup>(40)</sup>

La versión corta del IPAQ tiene una validez superior al GPAQ,<sup>(38,41)</sup> por lo que se recomienda su uso en estudios poblacionales, de varios países, en diferentes zonas geográficas. Por tal motivo, esta versión fue utilizada en Cuba, por primera y única vez, en la III Encuesta Nacional de Factores de Riesgo y Actividades Preventivas de Enfermedades No Transmisibles en el año 2010-2011. Los resultados obtenidos evidenciaron que aún es insuficiente la práctica sistemática de actividad física en la población cubana con énfasis en las mujeres y en grupos de edad a partir de 55 años. Sin embargo, se hizo imposible comparar con resultados anteriores pues no existen.<sup>(15)</sup>



Entre los cuestionarios breves se hallan el *Cuestionario abreviado de evaluación de la actividad física* (BPAAT, por sus siglas en inglés) y el *Cuestionario general de práctica de la actividad física* (GPPAQ, por sus siglas en inglés).<sup>(38)</sup> Estos instrumentos fueron diseñados entre los años 2004 y 2006, respectivamente; ambos evalúan las mismas dimensiones de actividad física que mide el cuestionario IPAQ, pero con mayor eficiencia.<sup>(35,36)</sup> Ambos tienen versiones validadas en diferentes idiomas, incluido el español y el catalán; estas versiones mostraron una buena validez de constructo y coincidieron en tres cuartas partes con la clasificación de suficientemente activos del IPAQ. Además, revelaron un coeficiente kappa por encima del grado de acuerdo considerado como aceptable para instrumentos de medición de actividad física, que es de  $k = 30$ .<sup>(39,42)</sup>

Diversos autores<sup>(43,44,45,46)</sup> consideran que el acelerómetro, dentro de todos los métodos objetivos, es el más práctico en la medición del nivel de actividad física, seguido por el podómetro; es por ello que los cuestionarios se validan con estos instrumentos. Los cuestionarios son de fácil aplicación, menos precisos (sobreestiman el gasto energético) y baratos con respecto a los sensores de movimiento; pero, a pesar de las limitaciones para su empleo, es conveniente su uso en estudios con grandes muestras poblacionales.<sup>(43)</sup>

En la selección del cuestionario como la técnica adecuada para medir la actividad física a nivel poblacional, ser barato es la característica que prevalece entre todas las que posee este instrumento, siempre que se tenga en cuenta que el mismo cuente con un grado aceptable de validez.<sup>(46,47,48,49)</sup>

Teniendo en cuenta la situación económica actual que vive Cuba, los autores identifican a los cuestionarios validados por podómetros<sup>(12,27,28,29,30,31,46)</sup> la elección para usar en la medición de la actividad física y, por ser los podómetros menos costosos que los acelerómetros, por la fácil obtención de sus aplicaciones y ejecución en teléfonos celulares con sistema operativo *smartphone* o androide, su interfaz amigable, son los más utilizados en la actualidad.<sup>(50)</sup> Estos equipos cuentan con validez y precisión intermedia, corroborado por dos estudios realizados en América Latina,<sup>(12,24)</sup> que plantearon que se pueden usar en la validación de cuestionarios a pesar de que no discriminan la intensidad de la actividad física, pero sí aportan información suficiente sobre el nivel de actividad física y el GEAF.<sup>(12,27,28,29,30,31)</sup>

## Consideraciones finales

Los cuestionarios son considerados técnicas eficientes para evaluar la actividad física en estudios poblacionales cuando reúnen las siguientes cualidades: contener las dimensiones básicas, ser práctico, tener una confiabilidad y validez aceptable, ser costo-efectiva, entre otras. Las nuevas evidencias expuestas permiten considerar que los podómetros, junto con la versión corta del cuestionario IPAQ, pueden ser las nuevas técnicas utilizadas en los estudios poblacionales sobre enfermedades no transmisibles en Cuba.

## Referencias bibliográficas

1. Delgado M, Martínez MA, Aguinaga I. Actividad física y salud. En: Gálvez R, Sierra A, Sáenz MC, Gómez LL, Fernández J, Salleras L, *et al.*, editores. Piédrola Gil, Medicina preventiva y salud pública. Barcelona: Masson; 2001. p. 935-42.
2. Taylor HL, Jacobs DR, Schucker B, Knudsen J, Leon AS, De Backer G. A questionnaire for the assessment of leisure time physical activities. *J. Chronic Dis.* 1978;31(12):741-55. DOI: [10.1016/0021-9681\(78\)90058-9](https://doi.org/10.1016/0021-9681(78)90058-9)
3. Ugarriza R, Aznar S, Mielgoayuso J, Benito PJ, Pedrero R, Ara I, *et al.* Estimación de la actividad física en población general: métodos instrumentales y nuevas tecnologías. *Rev Esp Nutr Comunitaria.* 2015;21(Suppl 1):215-24. DOI: [10.14642/renc.2015.21.sup1.5068/](https://doi.org/10.14642/renc.2015.21.sup1.5068/)
4. Kujala UM, Pietila J, Myllymaki T, Mutikainen S, Föhr T, Korhonen I, *et al.* Physical activity: absolute intensity versus relative-to-fitness-level volumes. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(3):474-81. DOI: [10.1249/MSS.0000000000001134](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001134)
5. Navarro F. Principios del entrenamiento y estructuras de la planificación deportiva. Madrid: UAM-COE; 2000.
6. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 19 million participants. *Lancet Glob Health.* 2018;6(10):e1077-e1086. DOI: [10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7)
7. Moreno JA. Niveles de sedentarismo en estudiantes universitarios de pregrado en Colombia. *Rev Cubana Salud Pública.* 2018 [acceso: 16/06/2020]; 44(3):e881. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662018000300009&lng=es/](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662018000300009&lng=es/)
8. Vidarte J, Vélez C, Aduen J. Niveles de sedentarismo en población entre 18 y 60 años: Sincelejo Colombia. *Salud Uninorte.* 2015;31(1):70-7. DOI: [10.14482/sun.31.1.5777](https://doi.org/10.14482/sun.31.1.5777)
9. Alkahtani S, Elkilany A, Alhariri M. Association Between Sedentary and Physical Activity Patterns and Risk Factors of Metabolic Syndrome in Saudi men: A cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2015;15(1):1-7. DOI: [10.1186/s12889-015-2578-4](https://doi.org/10.1186/s12889-015-2578-4)
10. Sallis JF, Owen N. Physical Activity and Behavioral Medicine. En: Sallis J, Owen N, editores. *Behavioral Medicine and Health Psychology.* Vol. 3. Thousand Oaks: Sage Publications; 1998. p. 230-45.
11. Roldán EE, Rendón DE, Escobar JM. Medición del nivel de actividad física. *EfeDeportes.com.* 2013. [acceso: 29/01/2020]. Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd183/la-medicion-del-nivel-de-actividad-fisica.htm/>

12. Bortolozzo EA, Santos CB, Pilatti LA, Canteri M. Validez del cuestionario internacional de actividad física por correlación con podómetro. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. 2017 [acceso: 11/06/2020]; 17(66):397-414. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista66/artcorrelacion811.htm/>
13. Cafruni CB, Valadão RDCD, de Mello ED. Como Avaliar a Atividade Física? *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*. 2012;10(33):61-71. DOI: [10.13037/rbcs.vol10n33.1555](https://doi.org/10.13037/rbcs.vol10n33.1555)
14. Bassett DR Jr. Validity and Reliability issues in Objective Monitoring of Physical Activity. *Res Q Exerc Sport*. 2000;71 (Suppl 2):30-6. DOI: [10.1080/02701367.2000.11082783](https://doi.org/10.1080/02701367.2000.11082783)
15. Bonet Gorbea M, Varona Pérez P. III Encuesta nacional de factores de riesgo y actividades preventivas de enfermedades no trasmisibles. Cuba 2010-2011. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2015. [acceso: 11/06/2020]. p. 72-84. Disponible en: [http://www.bvs.sld.cu/libros/encuesta\\_nacional\\_riesgo/encuesta\\_completo.pdf](http://www.bvs.sld.cu/libros/encuesta_nacional_riesgo/encuesta_completo.pdf)
16. Valanou E, Bamia C, Trichopoulou A. Methodology of physical-activity and energy-expenditure assessment: a review. *J Public Health*. 2006;14:58-65. DOI: [10.1007/s10389-006-0021-0](https://doi.org/10.1007/s10389-006-0021-0)
17. Arias J. Confiabilidad y validez para evaluar los instrumentos de medición. Lima, Perú: Universidad Nacional Faustino Sánchez Carrión; 2013.
18. Farinola M. Técnicas de valoración de la actividad física. Calidad de vida y salud. 2010 [acceso: 16/05/2020]; 1(5):23-34. Disponible en: <http://revistacdvs.uflo.edu.ar/index.php/CdVUFLO/article/view/38>
19. Arvidsson D. Physical activity and energy expenditure in clinical settings using multisensor activity monitors dissertation. [Sweden]: Institute of Medicine, Sahlgrenska Academy, University of Gothenburg; 2009.
20. Almeida M, da Silva A, Ramires V, Reichert F, Martins R, Tomasi E. Calibration of raw accelerometer data to measure physical activity: a systematic review. *Gait Posture*. 2018;61:98-110. PMID: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29324298/>
21. Migueles JH, Nystrom CD, Henriksson P, Cadenas C, Ortega FB, Lof M. Accelerometer Data Processing and Energy Expenditure Estimation in Preschoolers. *Med Sci Sports Exerc*. 2018;51(3):590-8. DOI: [10.1249/MSS.0000000000001797](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001797)
22. Peterson NE, Sirard JR, Kulbok PA, DeBoer MD, Erickson JM. Validation of accelerometer thresholds and inclinometry for measurement of sedentary behavior in young adult university students. *Res Nurs Health*. 2015 [acceso: 11/06/2020]; 38(6):492-9. Disponible en: <https://europepmc.org/article/med/26444969/>

23. Montoye AHK, Westgate BS, Fonley MR, Pfeiffer KA. Cross- validation and out-of-sample testing of physical activity intensity predictions with a wrist-worn accelerometer. *J Appl Physiol.* 2018;124(5):1284-93. DOI: [10.1152/jappphysiol.00760.2017](https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00760.2017)
24. Sardinha LB, Judice PB. Usefulness of motion sensors to estimate energy expenditure in children and adults: a narrative review of studies using DLW. *Eur J Clin Nutr.* 2017;71:1026. DOI: [10.1038/ejcn.2017.2](https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.2)
25. Caravali NY, Bacardí M, Armendáriz AL, Jiménez A. Validación del Cuestionario de Actividad Física del IPAQ en Adultos Mexicanos con Diabetes Tipo 2. *Journal of Negative and No Positive Results: JONNPR.* 2016 [acceso: 16 May 2020];1(3):93-9. DOI: [10.19230/jonnpr.2016.1.3.1015/](https://doi.org/10.19230/jonnpr.2016.1.3.1015/)
26. Sánchez M, Visiedo A, Sainz P. Cuantificación de los niveles de actividad física a través de podómetros en las clases de Educación Física: Un estudio piloto. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte.* 2018;7(1):19-26. DOI: [10.6018/321831](https://doi.org/10.6018/321831)
27. Miragall M, Domínguez A, Cebolla A, Baños RM. El uso de podómetros para incrementar la actividad física en población adulta: una revisión. *Clínica y Salud.* 2015;26(2):81-9. DOI: [10.1016/j.clysa.2015.06.002](https://doi.org/10.1016/j.clysa.2015.06.002)
28. Takacs J, Pollock CL, Guenther JR, Mohammadreza B, Napier C, Hunt MA, *et al.* Validation of the FitbitOne activity monitor device during treadmill walking. *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2014;17(5):496-500. DOI: [10.1016/j.jsams.2013.10.241](https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.10.241)
29. Park W, Lee VJ, Ku B, Tanaka H. Effect of walking speed and placement position interactions in determining the accuracy of various newer pedometers. *Journal of Exercise Science & Fitness.* 2014;12(1):31 -7. DOI: [10.1016/j.jesf.2014.01.003](https://doi.org/10.1016/j.jesf.2014.01.003)
30. Owoeye O, Tomori A, Akinbo S. Pedometer determined physical activity profile of healthcare professionals in Nigerian tertiary hospital. *Niger Med J.* 2016;57(2):99-103. DOI: [10.4103/0300-1652.182070](https://doi.org/10.4103/0300-1652.182070)
31. Zoellner J, Connell C, Powers A, Avis A, Yadrick K, Bogle ML. Does a six-month pedometer intervention improve physical activity and health among vulnerable African Americans? A feasibility study. *J Phys Act Health.* 2010;7(2):224-31. DOI: [10.1123/jpah.7.2.224](https://doi.org/10.1123/jpah.7.2.224)
32. Woodcock J, Franco O, Orsini N, Roberts I. Non-vigorous physical activity and all-cause mortality: systematic review and meta-analysis of cohort studies. *International Journal of Epidemiology.* 2011;40(1):121-38. DOI: [10.1093/ije/dyq104](https://doi.org/10.1093/ije/dyq104)
33. Serón P, Muñoz S, Lanas F. Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población Chilena. *Rev. méd. Chile.* 2010;138(10): 1232-9. DOI: [10.4067/S0034-98872010001100004](https://doi.org/10.4067/S0034-98872010001100004)

34. Rubio FJ, Aznar T, Muro C, Chico J. Descripción de los instrumentos de medida de la movilidad en personas mayores de 65 años: revisión sistemática. Rev. Esp. Salud Pública. 2015;89(6):545-61. DOI: [10.4321/S1135-57272015000600003](https://doi.org/10.4321/S1135-57272015000600003)
35. Department of Health. The General Practice Physical Activity Questionnaire: A Screening tool to assess adult physical activity levels, within primary care. London; 2009.
36. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. Med Sci Sports Exerc. 2003;35(8):1381-95. DOI: [10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB](https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB)
37. The IPAQ Group. International physical activity questionnaire. 2016. [acceso: 31/06/2020]. Disponible en: <https://snaped.fns.usda.gov/library/materials/international-physical-activity-questionnaire-ipaq/>
38. Wei L, Gutiérrez HR. Efectividad del cuestionario global e internacional de actividad física comparado con evaluaciones prácticas. Rev Cubana Inv Bioméd. 2020 [acceso: 15/07/2020]; 39(2). Disponible en: <http://www.revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/410/>
39. Armstrong T, Bull F. Development of the World Health Organization Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). J Public Health (Bangkok). 2006 [acceso: 01/07/2019]; 14(2):66-70. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s10389-006-0024-x/>
40. Leppe J, Besomi M, Olsen C, Mena MJ, Roa S. Nivel de actividad física según GPAQ en mujeres embarazadas y post-parto que asisten a un centro de salud familiar. Rev. chil. obstet. ginecol. 2013;78(6):425-31. DOI: [10.4067/S0717-75262013000600004](https://doi.org/10.4067/S0717-75262013000600004)
41. Thuy AB, Blizzard L, Schmidt M, Luc PH, Magnussen C, Dwyer T. Reliability and Validity of the Global Physical Activity Questionnaire in Vietnam. J Phys Act Heal. 2010 [acceso: 15/04/2019]; 7(3):410-8. Disponible en: <http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/jpah.7.3.410/>
42. Marshall AL, Smith BJ, Bauman AE, Kaur S. Reliability and validity of a Brief physical activity assessment for use by family doctors. Br J Sports Med. 2005;39:294-7. DOI: [10.1136/bjism.2004.013771](https://doi.org/10.1136/bjism.2004.013771)
43. Puig A, Peña O, Monserrat Ñ. Cómo identificar la inactividad física en atención primaria: validación de las versiones catalana y española de 2 cuestionarios breves. Aten Primaria. 2012;44 (8):485-93. DOI: [10.1016/j.aprim.2012.01.005](https://doi.org/10.1016/j.aprim.2012.01.005)
44. Hukkanen H, Husu P, Sievänen H, Tokola K, Vähä-Ypyä H, Valkeinen H, *et al.* Aerobic physical activity assessed with accelerometer, diary, questionnaire, and interview

- in a Finnish population sample. Scand J Med Sci Sports. 2018;28:2196-206. DOI: [10.1111/sms.13244](https://doi.org/10.1111/sms.13244)
45. Fridolfsson J, Börjesson M, Arvidsson D. A Biomechanical Re-examination of physical activity measurement with accelerometers. Sensors. 2018;18:E3399. DOI: [10.3390/s18103399](https://doi.org/10.3390/s18103399)
46. Feito Y, Hornbuckle LM, Reid LA, Crouter SE. Effect of ActiGraph's low frequency extension for estimating steps and physical activity intensity. PLoS ONE. 2017;12(11):e0188242. DOI: [10.1371/journal.pone.0188242](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188242)
47. Ainsworth B, Cahalin L, Buman M, Ross R. The current state of physical activity assessment tools. Prog Cardiovasc Dis. 2015;57(4):387-95. DOI: [10.1016/j.pcad.2014.10.005](https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.10.005)
48. World Health Organization. Diet, physical activity and health. Executive Board. 2002 [acceso: 15/04/2019]; 109. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/78395>
49. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, *et al.* Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. Diabetes Care. 2016;39(11):2065-79. DOI: [10.2337/dc16-1728](https://doi.org/10.2337/dc16-1728)
50. Alarcón M. Validación de la app's health para medir el número de pasos. [Tesis de Maestría]. Alicante, España: Universidad Miguel Hernández de Elche; 2017. [acceso: 15/04/2019]. Disponible en: <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4350/1/TFM%20Alarc%C3%B3n%20L%C3%B3pez%2C%20Miriam.pdf/>

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no presentar conflicto de intereses que interfieran con la posible publicación del presente artículo.

### Contribuciones de los autores

*Conceptualización:* Yuri Arnold Domínguez

*Investigación:* Yuri Arnold Domínguez, Pedro Luis Véliz Martínez

*Metodología:* Yuri Arnold Domínguez, Pedro Luis Véliz Martínez

*Administración del proyecto:* Yuri Arnold Domínguez

*Redacción - borrador original:* Yuri Arnold Domínguez

*Redacción - revisión y edición:* Yuri Arnold Domínguez, Pedro Luis Véliz Martínez