



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

CCP

Centro Centroamericano
de Población

Doi: <https://doi.org/10.15517/psm.v0i19.48011>
19, número 2, Art. Cient. enero-junio 2022



Población y Salud en Mesoamérica

Estimación del gasto energético y tiempo dedicado a la actividad física en escolares costarricenses con sobrepeso u obesidad por medio del acelerómetro Actiheart

Juan Diego Zamora Salas y Adriana Laclé Murray

Como citar este artículo:

Zamora Salas, J.D. y Laclé Murray, A. (2022). Estimación del gasto energético y tiempo dedicado a la actividad física en escolares costarricenses con sobrepeso u obesidad por medio del acelerómetro Actiheart. *Población y Salud en Mesoamérica*, 19(2). Doi: 10.15517/psm.v0i19.48011



ISSN-1659-0201 <http://ccp.ucr.ac.cr/revista/>

Revista electrónica semestral
Centro Centroamericano de Población
Universidad de Costa Rica

Estimación del gasto energético y tiempo dedicado a la actividad física en escolares costarricenses con sobrepeso u obesidad por medio del acelerómetro Actiheart

Energy expenditure and time spent on physical activity in Costa Rican schoolchildren with overweight or obesity by means of the Actiheart accelerometer

Juan Diego Zamora Salas¹ y Adriana Laclé Murray²

Resumen: Objetivo: determinar el gasto energético y el tiempo dedicado a actividad física en condición de vida libre de escolares costarricenses con sobrepeso u obesidad. **Metodología:** participaron 31 niños y 13 niñas entre 6 y 9 años (7.6 ± 1.03 años) con sobrepeso u obesidad, estado nutricional que se estableció según el IMC. Las variables del estudio fueron la antropometría, el porcentaje de grasa corporal (%GC), el gasto energético total producto de la actividad física a lo largo del día (GEAF total diario), el gasto energético por actividad física (GEAF) y el tiempo dedicado a la actividad física (TAF), las dos últimas se estimaron según condición sedentaria, ligera, moderada o vigorosa, por medio del acelerómetro Actiheart. **Resultados:** la talla y el %GC fueron significativamente mayores en las niñas (126.8 ± 5.9 cm, 34.0 ± 6.4 %GC) que en los niños (123.0 ± 5.4 cm, 25.2 ± 6.9 %GC). Los niños registraron un GEAF total diario de 824 ± 228.1 kcal/day, GEAF moderada + vigorosa de 285.6 ± 131.7 kcal/day y un TAF moderada + vigorosa de 147.0 ± 66.6 min, valores superiores ($p < 0.05$) a los de las niñas 395 ± 144.4 kcal/day, 139.6 ± 90.1 kcal/day y 75.6 ± 43.2 min, respectivamente. **Conclusiones:** los escolares cumplen más de los 60 min/día recomendados de TAF de moderada a vigorosa intensidad, sin embargo, el GEAF de moderada a vigorosa intensidad no alcanza el mínimo de 300 kcal/día para la reducción de peso, lo cual podría ser una de las causas del sobrepeso.

Palabras clave: actividad física, escolares, gasto energético, sobrepeso.

Abstract: Objective: To determine the energy expenditure and time spent on physical activities in Costa Rican overweight or obese schoolchildren in free-living conditions. **Methodology:** Participants were 31 boys and 13 girls aged 6 to 9 years old (7.6 ± 1.03 years) with overweight or obesity; nutritional status was

¹ Instituto de Investigación en Salud. Universidad de Costa Rica, San José, COSTA RICA. juan.zamorasalas@ucr.ac.cr
ORCID: 0000-0002-1717-7713

² Instituto de Investigación en Salud. Universidad de Costa Rica, San José, COSTA RICA. a_lacle@hotmail.com

established by BMI. The variables of the study were: anthropometric, body fat percentage (%BF), total energy expenditure product of physical activity performed during the day (EEPA daily total), plus the energy expenditure by physical activity (EEPA), and time spent on physical activity (TPA), both variables in sedentary condition, light, moderate and vigorous intensity estimated by the Actiheart accelerometer. **Results:** Size and %BF were significantly higher in girls (126.8 ± 5.9 cm, $34.0 \pm 6.4\%$ BF) than in boys (123.0 ± 5.4 cm, $25.2 \pm 6.9\%$ BF). Boys recorded a daily total EEPA of 824 ± 228.1 kcal / day, moderate + vigorous EEPA 285.6 ± 131.7 kcal / day and a moderate + vigorous TPA 147.0 ± 66.6 min; significantly higher ($P < 0.05$) than girls 395 ± 144.4 kcal / day, 139.6 ± 90.1 kcal / day and 75.6 ± 43.2 min respectively. **Conclusions:** Schoolchildren perform over 60 min/day moderate to vigorous intensity PA recommended, however; the EEPA moderate to vigorous intensity does not meet the minimum recommendation of 300 kcal / day for weight reduction. This could be one of the causes for overweight schoolchildren.

Keywords: Energy expenditure, overweight, physical activity, schoolchildren.

Recibido: 5 ago, 2021 | **Corregido:** 09 nov, 2021 | **Aceptado:** 16 nov, 2021

1. Introducción

La obesidad es una enfermedad crónica asociada con un impacto negativo en la salud y la calidad de vida, considerada en la actualidad una epidemia que afecta a países desarrollados y en vías de desarrollo. En el año 2014 se estimó que 41 millones de infantes menores de cinco años presentaban sobrepeso u obesidad. También se ha calculado que en América y Europa el porcentaje total de menores de cinco años con sobrepeso u obesidad es del 8 % y el 12 %, respectivamente (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2016).

En el caso de la obesidad infantil, esta implica un mayor riesgo de obesidad en la edad adulta y del desarrollo de la comorbilidad y la mortalidad relacionadas (Serra et al., 2015), lo que representa no sólo una carga económica sobre los sistemas de salud, sino también, en el ámbito familiar y laboral, y en la sociedad en general (OMS, 2016).

En Costa Rica, la obesidad infantil en escolares se ha duplicado en los últimos 20 años, aumentando del 14.9 % en 1996 (Ministerio de Salud, 1996) al 34.1 % en el 2016 (Ministerio de Educación Pública y Ministerio de Salud, 2016).

Aunque la etiología de este padecimiento es compleja, el factor más importante en la infancia es el desequilibrio a largo plazo entre la ingesta de energía y el gasto energético (GE). Por tanto, la actividad física (AF) ha demostrado ser uno de los elementos ambientales más relevantes en la prevención de la obesidad y en el manejo de enfermedades crónicas (Cervantes et al., 2017; OMS, 2016).

Los objetivos de este estudio son estimar el gasto energético producto de la actividad física y el tiempo dedicado a ella en condición de vida libre de escolares costarricenses con sobrepeso u obesidad, utilizando el acelerómetro Actiheart.

2. Referente teórico

La inactividad física es una de las principales causas ambientales de la obesidad, pues los patrones de AF han cambiado en el mundo (OMS, 2016). En particular, se ha identificado que los infantes invierten menos tiempo en AF durante el día y más en conductas sedentarias, resultado de la falta de espacios deportivos, la inseguridad social o de las extensas jornadas en los centros educativos (Ruiz et al., 2015). La consecuente problemática es que, conforme avanzan desde la infancia a la adolescencia, van disminuyendo de forma significativa la práctica de ejercicio y deporte (López et al., 2016; Torres-Luque et al., 2014), lo cual demuestra la necesidad de realizar intervenciones para motivarlos (Pinel-Martínez et al., 2016).

Al respecto, la medición de la AF y el GE en grupos pediátricos con sobrepeso u obesidad es necesaria para conocer de modo más preciso cómo el balance energético favorece la prevención (Satia, 2010). El cálculo de la AF para estimar el GE se ha realizado más frecuentemente por medio de métodos indirectos como autoreportes y cuestionarios (Cervantes et al., 2017; González y Portolés, 2016; López et al., 2016), sin embargo, lo recomendado es utilizar métodos objetivos, con el fin de reducir la subjetividad, el sesgo y la alta probabilidad de inducir errores, dada la

percepción personal de los sujetos y la falta de una medición directa del estrés fisiológico o mecánico (Calahorro-Cañada et al., 2014; Westerterp, 2009).

Entre los métodos objetivos o más precisos para evaluar el GE se encuentra la técnica isotópica de agua doblemente marcada $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$ (ADM), considerada el estándar de referencia en condición de vida libre (CVL); no obstante, su alto costo económico constituye una limitante (Westerterp, 2017).

En la actualidad existen otras técnicas que estiman el GE y la intensidad de la AF, usando variables fisiológicas, a saber, el registro de la frecuencia cardiaca (FC) o del movimiento del cuerpo (acelerometría); pero, dicha operación podría resultar imprecisa, ya que la FC puede aumentar por la influencia de factores ambientales, estrés y deshidratación (Crouter et al. 2008).

Referente a la acelerometría, esta ha sido utilizada en estudios clínicos y epidemiológicos pediátricos, validada con el ADM (Butte et al., 2010; Campbell et al., 2012; Zamora y Laclé, 2015). Estudios han demostrado que el registro simultáneo de la FC y la acelerometría permiten estimar de forma acertada el GE resultante de la AF de la persona durante el día (Satia, 2010), el acelerómetro Actiheart es un dispositivo que las combina en una sencilla unidad (Campbell et al., 2014; Wushe et al., 2014).

Aún así, hasta hace algunos años no se tenía referencia de estudios que reportaran su precisión en el desarrollo de AF en CVL de escolares (Crouter et al., 2006). En la actualidad ya se tiene referencia de su precisión al estimar el GE durante la AF en CVL, valores correlacionados con el ADM (Butte et al., 2010; Zamora y Laclé, 2015).

La alta concordancia (CCC=0,951) presentada por el Actiheart con el ADM ha sido gracias a la eficiente combinación de la FC y la acelerometría registradas simultáneamente, en comparación con otros monitores que estiman por separado alguna de las variables fisiológicas (Butte et al., 2010).

En Costa Rica, estudios sobre el GE y la AF en escolares son escasos. Uno de los principales en los últimos años fue el elaborado por Zamora y Laclé (2012), en el cual se estimó el GE y la AF en escolares eutróficos y con sobrepeso u obesidad, recurriendo al acelerómetro Actiheart; este ha sido validado ($r=0,97$; CCC=0,99 $p < 0,001$) para población escolar costarricense al confrontar los resultados con los obtenidos por medio del ADM (Zamora y Laclé, 2015).

3. Metodología

3.1 Enfoque

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo, descriptivo y transversal

3.2 Población del estudio

La población estuvo conformada por escolares de ambos sexos con edades comprendidas entre los 6 y 9 años (7.6 ± 1.03 años), estudiantes del mismo centro educativo, ubicado en el cantón de Alajuelita, provincia de San José, Costa Rica. La muestra fue seleccionada por conveniencia y no probabilística e incluyó 31 niños y 13 niñas con sobrepeso u obesidad, cuyos padres o encargados familiares autorizaron la participación en el estudio y firmaron el consentimiento informado escrito. De acuerdo con la información proporcionada por la institución, pertenecen a familias de estratos socioeconómicos medios.

El criterio de inclusión fue que el escolar presentara sobrepeso u obesidad. Como criterios de exclusión se estableció que no padeciera alguna enfermedad aguda o crónica en el momento del estudio o que estuviera tomando algún tipo de medicación que afectara los resultados del análisis de bioimpedancia (BIA) para determinar el porcentaje de grasa corporal (%GC).

El protocolo del estudio fue redactado siguiendo los postulados de la Declaración de Helsinki (World Medical Assembly, 2013) y fue aceptado por el Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica.

3.3 Técnicas de recolección

Las variables de estudio se clasificaron en antropométricas (edad, peso, talla e indicador de masa corporal [IMC]), grasa corporal (expresada como porcentaje de grasa corporal %GC), gasto energético producido por la actividad física realizada durante el día (GEAF total diario); gasto energético por condición de actividad física (GEAF), tiempo dedicado a la actividad física (TAF) y porcentaje del tiempo dedicado a la actividad física (%TAF); estas fueron estudiadas de acuerdo con la condición sedentaria, ligera, moderada y de vigorosa intensidad.

El peso fue medido con balanza electrónica SECA (Hamburgo, Alemania), con capacidad de 150 kg y precisión de 0.01 kg. La talla, con un estadiómetro portátil Holtain Ltd. (Dyfed, Reino Unido), con capacidad de 200 cm y precisión de 0.1 cm. Las mediciones se realizaron por triplicado y se tomó el promedio como el valor final a considerar, además, se usó el mínimo de ropa, siguiendo el mismo protocolo. Para las medidas antropométricas, técnica e instrumental, se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) en su manual "International Standards for Anthropometric Assessment" (Marfell-Jones et al., 2006).

La valoración del sobrepeso u obesidad se determinó por medio del indicador IMC. Se utilizaron los puntajes Z, según sexo y edad y la clasificación fue la siguiente: bajo peso (IMC < -1 DE), normalidad para el peso (IMC entre -1 y + 1 DE), sobrepeso (IMC +1 y +2 DE) y obesidad (IMC > +2 DE) (World Health Organization [WHO], 2007).

El %GC se evaluó mediante el equipo BIA Bodystat Quand Scan 4000® (Bodystat, Inc., Tampa, FL), el cual está validado para niños ($r=0,97$, $r^2=0,95$, $CCC=0,99$; $p<0001$) y niñas ($r=0,98$, $r^2=0,96$, $CCC=0,99$; $p<0,001$) costarricenses en edad escolar (Zamora y Laclé, 2017).

Para la medición del %GC se instruyó a los escolares para que se acostaran en posición decúbito supino con las manos a los lados y las piernas en abducción a 45°. Las superficies de la piel en el dorso del pie y mano derecha se limpiaron con etanol. Se colocaron electrodos Bodystat Code 515 en las superficies dorsales del pie sobre la porción distal del segundo metatarsiano y en la mano sobre la porción distal del segundo metacarpiano. Los electrodos se colocaron en la parte anterior del tobillo, entre los maléolos tibial y peroneo y, en la muñeca posterior, entre las apófisis estiloides del radio y el cúbito.

En el cálculo de las variables GEAF, TAF y %TAF en CVL, se empleó el sensor Actiheart (MiniMitter, Bend OR, Estados Unidos), instrumento compacto ambulatorio (grosor 7 mm, diámetro 33 mm, peso 10 g), equipado con un acelerómetro uniaxial y un dispositivo de monitorización de FC. Conforme a las instrucciones de posicionamiento del fabricante, a cada escolar se le colocó el sensor principal cerca del centro del esternón, a nivel del tercer espacio intercostal, mientras que, el segundo sensor se ubicó de forma adyacente a lo largo de la línea media clavicular. Dicho equipo ya había sido validado en escolares costarricenses ($r=0,97$; $CCC=0,99$ $p<0,001$) (Zamora y Laclé, 2015).

De tal modo, cada escolar debía portar el Actiheart por tres días continuos, dos días entre semana (jueves y viernes) y un día de fin de semana (sábado), con la finalidad de registrar y grabar las variables durante ese periodo y, luego, obtener un promedio. El Actiheart no debía ser retirado en

ningún momento, ni para dormir ni para bañarse. En el momento de bañarse lo cubrían con plástico para protegerlo del agua.

Para adherir el sensor a la piel, se usaron electrodos pediátricos 3M Red Dot 2248, recomendados por el fabricante del Actiheart, los cuales tienen forma circular (3 cm de diámetro) y un gel adhesivo antialérgico. Los acelerómetros se calibraron para cada escolar en función del sexo, edad, peso y talla, en apego a las pautas del manual.

Los escolares y los padres de familia recibieron instrucciones orales y escritas sobre cómo limpiar la zona de la piel donde se colocarían los electrodos o reemplazarlos en caso de una inadecuada adherencia.

La información registrada por el Actiheart se descargó posteriormente a un computador para su análisis a través de una interface y esta transfirió los datos al computador por medio de un puerto USB.

3.4 Procesamiento de análisis

Los valores de las variables de estudio están reportados como promedios y desviación estándar. Las diferencias entre los promedios obtenidos se analizaron mediante la prueba *t* para muestras independientes. Se consideró significativo un $p < 0.05$. El estudio de los datos se efectuó con la ayuda del software estadístico Statistical Package for Social Science[®], versión 22 (SPSS; Chicago, IL, USA).

4. Resultados

Las características de los escolares se muestran en la tabla 1. Al aplicar la prueba *t* para muestras independientes se identificó que la talla y el %GC fueron significativamente mayores ($p < 0.05$) en las niñas; en promedio son 3.8 cm más altas y con un 9 % más de %GC que los niños.

Con respecto al GEAF total diario (kcal/día), este fue significativamente superior ($p < 0.05$) en los niños. La diferencia del GEAF total diario entre los niños y las niñas fue de 429.3 kcal/día. También se encontró que los niños obtuvieron resultados significativamente mayores ($p < 0.05$) para el GEAF (kcal/día) en la condición sedentaria, ligera, moderada y de vigorosa intensidad.

En cuanto a las variables relacionadas al TAF (min) a diferentes niveles de intensidad, se encontró que los niños dedican de manera significativa ($p < 0.05$) más tiempo al día a realizar AF de moderada y vigorosa intensidad (144.3 min) que las niñas (110.1 min). Sin embargo, el TAF dedicado a la condición sedentaria y ligera fue de 1295.7 min, equivalente a 22.0 h en los niños y de 1329.8 min, equivalente a 22.16 h en las niñas, valores sumamente elevados para actividades que demandan muy poco esfuerzo físico en comparación con los obtenidos en las condiciones de moderada y vigorosa intensidad.

La figura 1 presenta el %TAF dedicado por ambos grupos de escolares durante el día a las AF de diferentes intensidades, donde se aprecia que invierten porcentualmente más tiempo a las de condición sedentaria y ligera que a las de moderada y vigorosa intensidad. Además, se aprecia que los niños pasan más tiempo estadísticamente significativo ($p < 0.05$) en las de intensidad moderada y vigorosa que las niñas.

5. Discusión

Se ha determinado que el estudio de la AF de las personas, cual sea el rango de edad, es un tema prioritario de investigación a escala internacional (López, 2016); por lo cual, un aspecto a resaltar en este estudio es exponer una investigación actualizada en población infantil costarricenses con sobrepeso, en la que se midió de forma precisa el gasto energético y el tiempo dedicado a realizar AF de diferentes intensidades, sirviéndose de una metodología adecuada, como el acelerómetro Actiheart.

Con referencia a la recomendación de que niños y adolescentes entre los 5 y los 17 años de edad realicen en promedio 60 min/día de AF de moderada a vigorosa intensidad (Bull et al., 2020; González y Meléndez, 2013; Strong et al., 2005), el presente trabajo determinó que los escolares cumplen con las mencionadas recomendaciones (niños 144.0 min/día y niñas 110.1 min/día). Otra de las sugerencias es que niños y jóvenes aumenten progresivamente el tiempo dedicado a la AF de moderada a vigorosa intensidad hasta alcanzar los 90 min/día, con el fin de prevenir enfermedades crónicas, entre ellas, las cardiovasculares (Jimenez-Pavon et al., 2013), lo cual también cumplen escolares del estudio.

Al expresar el TAF como %TAF, se comprobó que, en promedio, los niños dedican a la condición sedentaria un 75.6 % y a la de moderada a vigorosa intensidad un 10.18 %, en cambio, las niñas dedican un 77.2 % y un 9.7 %, respectivamente, valores concordantes con los reportados en

previos estudios, donde niños y niñas entre 4 y 6 años dedicaban a AF sedentarias un 73.6 % vs un 76.8 % y a las moderadas a vigorosas, un 7.5 % vs un 7.0 %, respectivamente (Raustorp et al., 2012); mientras que, niños y niñas entre 9 y 10 años dedicaban a las AF sedentarias un 61.8 % vs un 65.3 % y a las moderadas a vigorosas un 6.0 % vs un 3.9 %, respectivamente (Ekelund et al., 2004). Otro estudio realizado hace una década de escolares varones costarricenses con sobrepeso u obesidad, también reportó cifras similares para la AF sedentaria (72.15 %) y para la moderada a vigorosa (9,81 %) (Zamora y Laclé, 2012).

Sin embargo, al analizar el %TAF de vigorosa intensidad de los escolares estudiados, los niños apenas obtuvieron un 1.8 % equivalente a 25.5 min/día y las niñas, un 1.1% equivalente a 15.2 min/día, lo cual es realmente muy bajo, pues no superan ni siquiera 30 min/día para AF de vigorosa intensidad. Esto refleja que ambos grupos invierten muy poco tiempo al día para realizar AF que demanden un mayor esfuerzo corporal.

Con respecto al %TAF de condición sedentaria y de vigorosa intensidad reportados en estudios de hace aproximadamente dos décadas (Strauss et al., 2001; Yu et al., 2002), se indicó que escolares pasaban más de un 50 % del tiempo en AF sedentarias, en comparación a un 1.4 % en AF de vigorosa intensidad, lo cual permite afirmar que tal comportamiento se mantiene en la actualidad en la población escolar estudiada.

Aunque los escolares del presente estudio que cumplen con el tiempo diario de AF de moderada a vigorosa intensidad recomendado muestran sobrepeso, se evidencia que no sólo es el tiempo dedicado a la AF, sino la intensidad empleada, factor más relevante en el control del sobrepeso y la obesidad (Ekelund et al., 2004), por ende, se considera una fortaleza del presente estudio el haber registrado no sólo el tiempo dedicado a la AF de diferente intensidad sino también el GE producido en cada una de las intensidades.

En torno al GEAF, se ha descrito que la AF de moderada a vigorosa intensidad que promueva un GE mayor a 300 kcal/día previene el sobrepeso y la resistencia a la insulina (Villa et al., 2007). Sin embargo, los escolares del presente estudio no cumplen la anterior recomendación; al tomar en cuenta el GE de las actividades de moderada y vigorosa intensidad, la sumatoria es de 285.5 kcal/día en los niños y 139.6 kcal/día en las niñas, y el resultado de las niñas es menor que el 50 % mínimo.

Es importante tomar en cuenta que para la AF de moderada a vigorosa intensidad se requiere un valor de aproximadamente un 70% a 75 % de la frecuencia cardíaca máxima, pero esta intensidad

es difícil de alcanzar o mantener para las personas sin entrenamiento y, en especial, en población infantil con sobrepeso u obesidad (González y Meléndez, 2013).

El haber identificado una diferencia significativa del GEAF en los niveles de intensidad entre niños y niñas resulta un comportamiento esperado, por cuanto, según trabajos anteriores, en todas las edades, los varones son físicamente más activos que las mujeres (González y Meléndez, 2013; OMS, 2016), aspecto observado en escolares hondureños (Vasquez-Bonilla et al., 2019) y españoles (López et al., 2016).

Si bien se presentó una distinción significativa en el GEAF de condición sedentaria entre los grupos, el TAF sedentaria no lo hizo. Una razón por la cual las niñas tuvieron un menor GEAF en condición sedentaria podría ser resultado de que duermen por más tiempo. Se debe contemplar que portaron el Actiheart en todo momento, inclusive en las horas de sueño, y este seguía registrando el tiempo y GE en esa condición sedentaria. Dicho eso, una limitación de este tipo de monitores es que no identifican el tipo de actividad realizada por la persona, en consecuencia, se recomienda para futuros estudios utilizarlo junto a un recordatorio de actividades y así comparar el tiempo dedicado a lapsos sedentarios, como las horas de sueño, las horas sentado, entre otras.

Puesto que un mayor GE a raíz de la AF promueve un balance energético negativo, el cual favorece la reducción del peso corporal, un cambio en el comportamiento hacia un estilo de vida más activo es fundamental para evitar la obesidad infantil (González y Portolés, 2016; Serra et al., 2015).

En línea con lo anterior, se sugiere propiciar en los escolares estilos de vida con énfasis en programas de AF que aumenten de forma progresiva el GE tanto en el periodo escolar como en el tiempo libre. Además, enseñarles a distribuir los horarios para incluir AF de vigorosa intensidad durante el día (González y Meléndez, 2013), tomando en cuenta que en el transcurso de la etapa escolar se desarrollan hábitos de alimentación y AF (González y Portolés, 2016).

Debido a los escasos datos actualizados del GEAF y del TAF en escolares costarricenses de 6 a 9 años con sobrepeso u obesidad, los resultados obtenidos permitirán brindar recomendaciones para poblaciones con características similares a las del estudio, en referencia a la prevención del sobrepeso y la obesidad.

6. Conclusiones

Aunque los escolares realizan más de 90 min/día de AF de moderada a vigorosa intensidad, muestran sobrepeso. En el proceso de reducción de peso, se considera más importante procurar un mayor gasto energético con la práctica de actividades físicas de moderada a vigorosa intensidad. Esto no se identificó en los escolares del estudio, lo cual podría ser una de las causas del exceso de peso corporal. Se recomienda implementar programas de estilos de vida saludables que promuevan las actividades físicas o deportivas de vigorosa intensidad, con el objetivo de fomentar un gasto energético superior, especialmente en las niñas.

7. Referencias

- Bull, F.C., Al-Ansari, S.S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M.P, Cardon, G., ...Willumsen, J. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*, 54, 1451–1462.
- Butte, N., Wong, W., Adolph, A., Puyau, M., Vohra, F. y Zakeri, I. (2010). Validation of Cross-Sectional Time Series and Multivariate Adaptive Regression Splines Models for the Prediction of Energy Expenditure in Children and Adolescents Using Doubly Label Water. *J Nutr*, 140, 1516-1523. DOI: 10.3945/jn.109.120162
- Calahorra-Cañada, F., Torres-Luque, G., López-Fernández, I. y Álvarez-Carnero, E. (2014). Niveles de actividad física y acelerometría: Recomendaciones y patrones de movimiento en escolares. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(3), 129-140.
- Campbell, N., Prapavessis, H., Gray, C., McGowan, E., Rush, E. y Maddison R. (2012). The Actiheart in Adolescents: A Doubly Labelled Water Validation. *Pediatr Exerc Sci*, 24(4), 589-602. DOI: 10.1123/pes.24.4.589
- Cervantes, K., Amador, E. y Arrazola, M. (2017). Nivel de actividad física en niños de edades de 6 a 12 años en algunos colegios de Barranquilla-Colombia, en el año 2014-2015. *Biociencias*, 12(1), 17-23.

- Crouter, S., Churilla, J. y Bassett, D. (2006). Estimating energy expenditure using accelerometers. *Eur J Appl Physiol*, 98, 601-612. DOI: 10.1007/s00421-006-0307-5
- Crouter, S., Churilla, J. y Bassett, D. (2008). Accuracy of the Actiheart for the assessment of energy expenditure in adults. *Eur J Clin Nutr*, 62, 704-711. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602766
- Ekelund, U., Sardinha, L., Anderssen, S., Harro, M., Franks, P.W., Brage, S., ... Froberg, K. (2004). Associations between objectively assessed physical activity and indicators of body fatness in 9 to 10-y-old European children: a population-based study from 4 distinct regions in Europe (the European Youth Heart Study). *Am J Clin Nutr*, 80, 584-590. DOI: 10.1093/ajcn/80.3.584
- González, M. y Meléndez, A. (2013). Sedentarism, active lifestyle and sport: impact on health and obesity prevention. *Nutr Hosp*; 28(Supl.5), 89-98. DOI: 10.3305/nh.2013.28.sup5.6923
- González, J. y Portolés, A. (2016). Recomendaciones de actividad física y su relación con el rendimiento académico en adolescentes de la Región de Murcia. *Retos*, 29, 100-104.
- Jimenez-Pavon, D., Konstabel, K., Bergman, P., Ahrens, W., Pohlabein, H., Hadjigeorgiou, C. y De Henauw, S. (2013). Physical activity and clustered cardiovascular disease risk factors in young children: a cross-sectional study (the IDEFICS study). *BMC medicine*, 11(172), 1-8.
- López, G.F., Ahmed, D., Borrego, F.J., López, L. y Díaz, A. (2016). Nivel de actividad física habitual en escolares de 8-9 años de España e India. *MHSalud*, 12(2), 1-10. Doi: 10.15359/mhs.12-2.3
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A. y Carter, L. (2006). International standards for anthropometric assessment. Potchefstroom, South Africa, ISAK.
- Ministerio de Educación Pública y Ministerio de Salud. (2016). Informe Ejecutivo Censo Peso/Talla [Archivo PDF]. <http://www.mep.go.cr/sites/default/files/page/adjuntos/informe-ejecutivo-censo-escolar-peso-cortofinal.pdf>
- Ministerio de Salud de Costa Rica. (1996). Encuesta Nacional de Nutrición: Fascículo 1, Antropometría. San José, Costa Rica.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2016). Informe de la Comisión para acabar con la obesidad infantil. Ginebra, Suiza.

- Pinel-Martínez, C., Chacón-Cuberos, R., Castro-Sánchez, M., Espejo-Garcés, T., Zurita -Ortega, F. y Pérez-Cortés, A. (2016). Diferencias de género en relación con el Índice de Masa Corporal, calidad de la dieta y actividades sedentarias en niños de 10 a 12 años. *Retos*, 31, 176-180. Doi:10.47197/retos.v0i31.49393.
- Ratner, R., Durán, S., Garrido, M., Balmaceda, S., Jadue, L. y Atalah, E. (2013). Impact of an intervention on diet and physical activity on obesity prevalence in schoolchildren. *Nutr Hosp*; 28(5), 1508-1514. DOI: 10.3305/nh.2013.28.5.6644
- Raustorp, A., Söderström, M. y Boldemann, C. (2012). Accelerometer Measured Level of Physical Activity Indoors and Outdoors During Preschool time in Sweden and United States. *J Phys Act Health*, 9, 801-808.
- Ruiz, E., Bañuelos, Y., Bañuelos, P., Álvarez, A., Valles, M. y Domínguez, C. (2015). Porcentaje de grasa corporal en escolares y su asociación con el estilo de vida y macronutrientes. *Rev Cuid*, 6(2), 1022-8.
- Santos, D.A., Silva, A.M., Matias, C.N., Magalhães, J.P., Fields, D.A., Minderico C.S., Ekelund, U. y Sardinha, L.B. (2014). Validity of a combined heart rate and motion sensor for the measurement of free-living energy expenditure in very active individuals. *J Sci Med Sport*, 17(4), 387-393. DOI: 10.1016/j.jsams.2013.09.006
- Satia, J.A. (2010). Dietary acculturation and the nutrition transition: an overview. *Appl Physiol Nutr Metab*, 35, 219-223. DOI: 10.1139/H10-007
- Serra, N., Ensenyat, A., Gatiús, J. y Blanco, A. (2015). Energy Expenditure in Low Active Overweight and Obese Children at Varying Treadmill Grades. *Pediatr Exerc Sci*, 27(1), 57-66. DOI: 10.1123/pes.2013-0111
- Strauss, R., Rodzilsky, D., Burack, G. y Colin, M. (2001). Psychosocial correlates of physical activity in healthy children. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 155(8), 897-902. DOI: 10.1001/archpedi.155.8.897
- Strong, W.B., Malina, R.M., Blimkie, C.L., Daniels, S.R., Dishman, R.K., Gutin, B. y Hergenroeder, M.D. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *J. Pediatr*, 146, 732-737.

- Torres-Luque, G., López-Fernández, I. y Álvarez Carnero, E. (2014). Niveles de actividad física y acelerometría: recomendaciones y patrones de movimiento en escolares. *Cuad de Psicol del Deporte*, 14(3), 129-140.
- Vasquez-Bonilla, A.A, Zelaya-Paz, C. y García-Aguilar, J. (2019). Análisis de sobrepeso y obesidad, niveles de actividad física y autoestima en escolares de San Pedro Sula, Honduras. *MHSalud*, 16(2), 1-15.
- Villa, J.G., Collado, P.S., Ávila, M.C., Martínez, R., Rodríguez-Marroyo, J.A., Mendonca, P.R., ... Seco, J. (2007). El coste calórico semanal de las clases de educación física escolar es insuficiente para prevenir la obesidad infantil y la resistencia a la insulina. En: Comunicaciones, Salud y Actividad. *Arch Med Dep*, 24(121), 409-410.
- Westerterp, K.R. (2009). Assessment of physical activity: a critical appraisal. *Eur J Appl Physiol*, 105, 823-828. DOI: 10.1007/s00421-009-1000-2
- Westerterp, K.R. (2017). Doubly labelled water assessment of energy expenditure: principle, practice, and promise. *Eur J Appl Physiol*, 17, 1277-1285.
- World Medical Assembly (2013). Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research on Human Beings. 64th General Assembly. Fortaleza, Brazil.
- World Health Organization (WHO). (2007). The WHO 2007 SAS Macro Package. World Health Organization (WHO). Ginebra, Suiza.
- Wushe, S.N., Moss, S.J. y Monyeka, M.A. (2014). Association between resting metabolic rate and objectively measured physical activity in South African adolescents: the PAHL study. *Med Sport*, 67(4), 1-13.
- Yu, C., Sung, R., So, R., Lam, K., Nelson, E., Li, A., ... Lam, P. (2002). Energy expenditure and physical activity of obese children: cross-sectional study. *Hong Kong Med J*, 8(5), 313-317.
- Zamora, J.D. y Laclé, A. (2012). Evaluación del gasto energético y actividad física en escolares eutróficos, con sobrepeso u obesidad. *Rev Chil Pediatr*, 83(2), 134-145. DOI:[10.4067/S0370-41062012000200004](https://doi.org/10.4067/S0370-41062012000200004)

Zamora, J.D. y Laclé, A. (2015). Validation of Total Daily Energy Expenditure Calculated with Actiheart against Doubly Labeled Water Method in Costa Rican Schoolchildren. *Food & Nutr Sci*, 6, 1193-1201. DOI: 10.4236/fns.2015.613125

Zamora, J.D. y Lacle, A. (2017). Predictive validity of body fat percentage by bioimpedance compared with deuterium oxide dilution in Costa Rican schoolchildren. *Am J Hum Biol*, 29, e23028. DOI: 10.1002/ajhb.23028

8. Anexos

Tabla 1. Características antropométricas, gasto energético y tiempo dedicado a la actividad física de escolares costarricenses

Variables	Niños		Niñas		p
	x	DS	x	DS	
Edad (años)	7.6	1.0	8.2	0.6	.0088*
Peso (kg)	27.2	6.4	31.1	7.1	.0825
Talla (cm)	123.0	5.4	126.8	5.9	.0495*
IMC (kg/m ²)	17.8	2.9	19.2	3.2	.1739
Grasa corporal (%)	25.2	6.9	34.0	6.4	.0003*
GEAF total diaria (kcal/día)	824.5	228.1	395.2	144.4	.0001*
GEAF sedentaria (kcal/día)	325.7	111.3	135.9	63.8	.0001*
GEAF ligera (kcal/día)	212.5	112.4	122.6	39.9	.0003*
GEAF moderada (kcal/día)	196.4	98.6	97.7	51.5	.0010*