

Evaluación del gasto energético y actividad física en escolares eutróficos, con sobrepeso u obesidad

JUAN DIEGO ZAMORA S.¹, ADRIANA LACLÉ M.²

1. Magíster en Nutrición Humana, Docente e Investigador Universidad de Costa Rica.
2. Ph.D en Ciencias Médicas, Médico Especialista en Medicina Interna, Docente e Investigadora del Instituto de Investigación en Salud (INISA) de la Universidad de Costa Rica. Médico Internista en la Clínica Marcial Fallas, Costa Rica.

ABSTRACT

Assessment of energy expenditure and physical activity in eutrophic, overweight or obese school students using Actihearts™ monitors

Physical inactivity has been identified as a major cause of overweight and obesity in children. **Objective:** To determine and compare the intensity of physical activity and energy expenditure in eutrophic (E) and overweight/obese (OW) children. **Patients Method:** 37 school children 6 to 9 years old, 15 overweight (OW) and 22 eutrophic (E) were studied with Actihearts™ monitors. Nutritional status was classified according to body mass index (BMI). Resting metabolic rate (RMR), total energy expenditure (TEE) and physical activity level (PAL) was calculated. Actihearts™ monitors were used to record heart rate (HR), physical activity energy expenditure (PAEE), time spent in physical activity (TPA) and accelerometry (AC). **Results:** OW children reported a RMR = 1,275 kcal/d ± 164,2; TEE = 2,316 kcal/d ± 358,7; PAEE = 985 kcal/d ± 223,1; PAL = 1,82 ± 0,13; significantly higher ($p < 0.05$) than those recorded by the eutrophic: RMR = 1066 kcal/d ± 78,8; TEE = 1821 kcal/d ± 241,8; PAEE = 713 kcal/d ± 168,1; PAL = 1,70 ± 0,12. The TPA and the AC did not show significant difference ($p < 0.05$) between both groups. **Conclusions:** This study concluded that OW and E children in the early years in elementary school spend, on average, the same time in physical activity and the same PAEE in activities of moderate to vigorous intensity. Both groups present similar physical activity behavior, which suggests that a hypothesis other than physical inactivity might be looked for regarding the origin of obesity, or perhaps look at origins at an earlier age.

(**Key words:** Actihearts™, children, energy expenditure, obesity, overweight, physical activity).

Rev Chil Pediatr 2012; 83 (2): 134-145

RESUMEN

La inactividad física ha sido identificada como una causa del sobrepeso y obesidad en niños. **Objetivo:** Determinar y comparar la intensidad de la actividad física y el gasto energético entre niños eutróficos (E) y con sobrepeso/obesidad (S/O). **Pacientes Método:** 37 varones de 6 a 9 años, 15 (S/O) y 22 (E) fueron estudiados utilizando monitores Actihearts™ como instrumento de medición. El estado nutricional se clasificó de acuerdo

Trabajo recibido el 03 de junio de 2011, devuelto para corregir el 31 de agosto de 2011, segunda versión 15 de octubre de 2011, aceptado para publicación el 03 de enero de 2012.

Correspondencia a:

M.Sc. Juan Diego Zamora Salas

E-mail: juan.zamorasalas@ucr.ac.cr juandiegomez@hotmail.com

al índice de masa corporal (IMC). Se calculó la tasa metabólica basal (TMB), gasto energético total (GET) y el nivel de actividad física (NAF). El monitor Actihearts™ registró frecuencia cardíaca (FC), gasto energético en actividad física (GEAF), tiempo dedicado a la actividad física (TAF) y la acelerometría (AC). **Resultados:** Los Escolares S/O registraron: TMB = 1 275 kcal/d ± 164,2; GET = 2 316 kcal/d ± 358,7; GEAF = 985 kcal/d ± 223,1; NAF = 1,82 ± 0,13; significativamente mayores ($p < 0,05$) que los registrados por los eutróficos: TMB = 1066 kcal/d ± 78,8; GET = 1 821 kcal/d ± 241,8; GEAF = 713 kcal/d ± 168,1 y NAF = 1,70 ± 0,12. El TAF y la AC no mostraron diferencia significativa ($p < 0,05$) entre ambos grupos. **Conclusiones:** El presente estudio concluyó que los escolares S/O y E del primer ciclo de educación básica dedican en promedio el mismo tiempo a la actividad física y el mismo GEAF en actividades de moderada a vigorosa intensidad, identificando que ambos grupos tuvieron un similar comportamiento en el nivel de actividad física, lo que permite plantear una nueva hipótesis que el S/O es promovido entre otras variables por la inactividad física pero quizá a edades más tempranas.

(**Palabras clave:** Actihearts™, actividad física, gasto energético, niños, sobrepeso, obesidad).

Rev Chil Pediatr 2012; 83 (2): 134-145

Introducción

En la actualidad la obesidad en general y específicamente en la niñez es considerada una patología metabólico-nutricional que tiene características de una epidemia a nivel global y con implicaciones en la salud pública más allá de sus particularidades clínicas y socioculturales tanto en los países desarrollados y no desarrollados¹⁻⁴.

Se ha calculado que alrededor de un 3% de niños de edad preescolar y un 10% de los niños de edad escolar en el mundo tienen sobrepeso y un riesgo aumentado de desarrollar enfermedades crónicas^{3,5}. En Costa Rica, por ejemplo; se ha identificado una prevalencia de sobrepeso y obesidad de un 26,2% en niños de edad escolar, además la mayor prevalencia de obesidad se ha encontrado en los niños de 7 a 9 años de sexo masculino y principalmente del área urbana con un estrato socioeconómico medio².

La obesidad se define como un exceso de grasa corporal, particularmente riesgosa para la salud cuando se localiza a nivel central en el cuerpo⁶, siendo el resultado de un desbalance entre una mayor ingesta calórica y un menor gasto energético durante un largo período de tiempo⁷⁻⁹, factores que han generado un aumento significativo en el peso de los niños y jóvenes producto principalmente de una disminución en el desarrollo de actividades físicas en general y en ocupaciones físicamente demandantes¹⁰.

El sedentarismo o la inactividad física han sido identificados como las principales causas del sobrepeso y la obesidad tanto en adultos como en niños, mientras que el aumento del gasto metabólico por medio de la actividad física y el ejercicio han demostrado facilitar una disminución de estas patologías¹¹.

Existe consenso sobre los beneficios que la actividad física tiene en la salud y calidad de vida, siendo considerada como el factor protector por excelencia en la prevención y manejo de una serie de enfermedades¹²⁻¹⁶ y uno de los moderadores ambientales más importantes del metabolismo; por esto, la medición de la actividad física y del gasto energético en los niños es necesaria para evaluar con mayor precisión las causas que provocan los desbalances energéticos o metabólicos¹⁷ que pueden dar origen al sobrepeso y obesidad.

Entre los métodos más precisos para evaluar los niveles de gasto energético se encuentra el de isótopos estables conocido como agua doblemente marcada (DLW), considerado el *gold standard* en condiciones de vida libre¹⁸, y la calorimetría indirecta, método que permite la medición del consumo de O₂ y CO₂ muy utilizado a nivel de laboratorio; ambos métodos son de gran precisión pero de un alto costo económico y poco aplicables en estudios a gran escala.

En la actualidad existen otros métodos que permiten calcular el nivel o intensidad de la actividad física junto al gasto energético por medio de variables fisiológicas como el regis-

tro de la frecuencia cardíaca minuto a minuto o el registro del movimiento del cuerpo (acelerometría)¹⁷⁻²⁰ siendo éste último método muy utilizado en estudios clínicos²¹ y epidemiológicos²², en niños y jóvenes²²⁻²⁹ y validado con el método DLW en una serie de estudios pediátricos³⁰⁻³⁶.

Hoy en día se ha demostrado la validez y confiabilidad que tiene el monitor de acelerometría Actihearts™ en el cálculo de la intensidad de la actividad física y el gasto energético en diversos grupos poblacionales¹⁷. La alta correlación que ha evidenciado éste monitor comparado con el método DLW y la calorimetría indirecta ha sido gracias a la eficiente combinación de la frecuencia cardíaca y movimiento corporal que registra simultáneamente en comparación a otros monitores que miden por separado alguna de estas variables fisiológicas¹⁹.

Objetivo

Evaluar la intensidad de la actividad física y el gasto energético en actividades cotidianas o de vida libre en niños de edad escolar con sobrepeso u obesidad utilizando el Monitor Actihearts™, comparando los valores obtenidos con los registrados en niños eutróficos.

Pacientes y Método

Sujetos

En el estudio participaron 37 escolares varones entre los 6 a 9 años de edad (promedio de edad $7,4 \pm 1,04$). La población seleccionada correspondió a un total de 100 niños que cursaban el primer ciclo de educación básica de una escuela urbana, ubicada en una comunidad de bajos ingresos económicos del Área Metropolitana de la provincia de San José, Costa Rica. La muestra de escolares se obtuvo del total de niños cuyos padres autorizaron su participación en el estudio por medio del consentimiento informado escrito con el aval del Comité Ético Científico de la Universidad de Costa Rica, proyecto No. 742-A5-318 de la Vicerrectoría de Investigación.

Parámetros antropométricos

A los niños se les pesó con una balanza marca SECA® (Hamburgo; Alemania) con una

precisión de 0,1 kg y la altura se midió con un estadiómetro Holtain LTD (Reino Unido) con una precisión de 0,1 cm. Se conformaron dos grupos de escolares (grupo de eutróficos y grupo con sobrepeso y obesidad) de acuerdo al estado nutricional, el cual se determinó mediante el cálculo del índice de masa corporal (IMC) estimado por edad, correspondiente con las tablas del CDC 2000³⁷. Los puntos de corte para clasificar el estado nutricional de los niños fue el siguiente: peso normal $IMC \geq 10 - p < 85$, sobrepeso $IMC \geq 85 - p < 95$ y obeso $IMC \geq 95$. No se describe el punto de corte para bajo peso debido a que en el estudio no se incluía escolares con bajo peso.

Determinación del gasto energético y actividad física

Se utilizó un monitor Actihearts™ (Mini Metter Company, Inc.; USA), el cual es un dispositivo ambulatorio compacto (7 mm de espesor, 33 mm de diámetro, 10 g de peso) equipado con un acelerómetro omnidireccional y un procesador de la señal de ECG, que mide de forma conjunta la frecuencia cardíaca y la acelerometría, proporcionando el nivel de actividad física y gasto energético. Además es un circuito sólido sin controles externos y la información que almacena es descargada posteriormente a un computador para su análisis por medio de una interface en la cual se coloca el monitor y transfiere los datos al computador por medio de un puerto USB. La figura 1 muestra el monitor conectado a la interface.

A cada niño se le colocó el monitor Actihearts™ el cual debían portar al lado izquierdo del pecho sin quitárselo en ningún momento durante tres días continuos, dos días correspondientes a la jornada escolar y un día libre o de fin de semana, con la finalidad de que el monitor registrara y grabara las variables durante un total de tres días. Para adherir el monitor a la piel se utilizaron electrodos pediátricos 3M® Red Dot 2248, recomendados por los fabricantes del monitor, los cuales tienen forma circular (4 cm de diámetro) y con un gel adhesivo antialérgico. A cada padre de familia de los escolares participantes se les suministró una cantidad de electrodos y se les brindó una serie de recomendaciones sobre el cuidado que debían



Figura 1. Monitor ActiheartTM colocado en la interface la cual transfiere la información al computador.

tener con el dispositivo y la forma de realizar la sustitución de los electrodos si ocurría una inadecuada adherencia.

Las variables registradas y grabadas automáticamente por el ActiheartTM para efectos del estudio fueron las siguientes:

- *Frecuencia cardíaca (FC)*: FC en reposo, FC mínima y máxima, FC en actividad sedentaria, ligera, moderada y vigorosa.
- *Gasto energético en actividad física (GEAF)*: GEAF sedentaria, ligera, moderada y vigorosa.
- *Registro de Acelerometría (AC)*: Correspondiente a la medición de la magnitud de los cambios de la aceleración del centro de masa del cuerpo durante el movimiento³⁸; la misma se midió en condición sedentaria, ligera, moderada y vigorosa.
- *Tiempo dedicado a la actividad física (TAF)*: TAF sedentaria, ligera, moderada y vigorosa. Tiempo total de AF moderada más vigorosa. Porcentaje de tiempo empleado para la AF sedentaria, ligera, moderada y vigorosa.

Para el cálculo de las variables anteriormente citadas se utilizaron puntos de corte en el monitor de 0,05 kcal/kg/min para la medición de las actividades físicas entre leves a moderadas y de 0,10 kcal/kg/min para aquellas actividades entre moderadas a vigorosas.

Otras variables que se calcularon fueron las siguientes:

- *Costo Energético por Crecimiento (CEC)*: Cantidad de energía necesaria para el crecimiento que tuvo lugar en los tres días que se llevaron a cabo las mediciones. Se utilizó como dato de referencia 2 kcal/kg/día para el crecimiento corporal, dato recomendado por la FAO/WHO/UNU³⁹ para niños de 7 a 9 años. Éste resultado fue incorporado a los valores del GET.
- *Gasto Energético Total (GET)*: Valor que se obtuvo por medio de la siguiente fórmula: $GET = TMB + GEAF + CEC$.
- *Nivel de Actividad Física (NAF)*: Valor que se calculó dividiendo el gasto energético total entre la tasa metabólica basal (GET/TMB).
- *Tasa Metabólica Basal (TMB)*: Valor que se obtuvo por medio de las ecuaciones de Schofield⁴⁰.

Análisis estadístico

Se utilizó la U de Mann-Whitney como análisis estadístico no paramétrico para la comparación de los grupos, con un nivel alfa de 0,05 para indicar significancia estadística. Todos los valores están reportados como promedios y desviación estándar.

Resultados

De la muestra de 37 escolares varones, 22 conformaron el grupo de niños eutróficos y 15 conformaron el grupo con sobrepeso y obesidad.

En la tabla 1 se presentan los promedios y desviaciones estándar de las variables antropométricas y de GE, comprobando que el peso y el IMC son significativamente mayores ($p < 0,05$) en los escolares con sobrepeso/obesidad. Con respecto a la TMB y al GET (kcal/d) de los escolares con sobrepeso/obesidad fue-

Tabla 1. Características generales de los escolares con sobrepeso/obesidad y eutróficos¹

Características	Total (n = 37)	Sobrepeso/Obesos (n = 15)	Eutróficos (n = 22)	P U de Mann-Whitney
Edad (años)	7,4 ± 1,04	7,5 ± 1,06	7,3 ± 1,06	0,3307
Peso (kg)	28,5 ± 6,9	33,9 ± 7,2	24,7 ± 3,5	0,0003
Talla (m)	1,26 ± 0,05	1,27 ± 0,06	1,24 ± 0,04	0,1295
IMC (kg/m ²)	17,87 ± 3,3	20,73 ± 3,2	15,91 ± 1,4	0,0000
TMB (kcal/día)	1 151 ± 158,3	1275 ± 164,1	1 066 ± 78,8	0,0003
CEC (kcal/kg/día)	57 ± 11,6	67,8 ± 12,1	49,4 ± 5,8	0,0003
GET (kcal/d)	2 031 ± 380,4	2327 ± 358,6	1829 ± 241,8	0,0001
GET (kcal/kg/d)	71,3 ± 6,7	68,6 ± 8,6	74,1 ± 4,6	0,0551

¹Promedio ± Desviación Estándar. CEC: Costo Energético por Crecimiento, GET: Gasto Energético Total, IMC: Índice de Masa Corporal, TMB: Tasa Metabólica Basal.

Tabla 2. Valores de Gasto Energético producido por los diferentes niveles de actividad física desarrollados por los escolares con sobrepeso/obesidad y eutróficos durante los tres días de registro de actividades¹

Condiciones de Gasto Energético (kcal/d)	Total (n = 37)	Sobrepeso/Obesos (n = 15)	Eutróficos (n = 22)	P U de Mann-Whitney
GEAF total	823 ± 231,9	985 ± 223,1	713 ± 168,1	0,0005
GEAF sedentaria	304,2 ± 103,7	381,1 ± 104,5	251,8 ± 65,2	0,0003
GEAF ligera	222,8 ± 103,2	254,1 ± 137,9	201,5 ± 67,8	0,3864
GEAF moderada	200,4 ± 92,7	239,3 ± 124,5	173,8 ± 50,5	0,0948
GEAF vigorosa	96,1 ± 67,3	110,8 ± 66,3	86,0 ± 68,9	0,1735
Nivel de Actividad Física (NAF)	1,75 ± 0,14	1,82 ± 0,13	1,70 ± 0,12	0,0239

¹Promedio ± Desviación Estándar. AF: Actividad Física, GE: Gasto Energético, GEAF: Gasto Energético producido por Actividad Física.

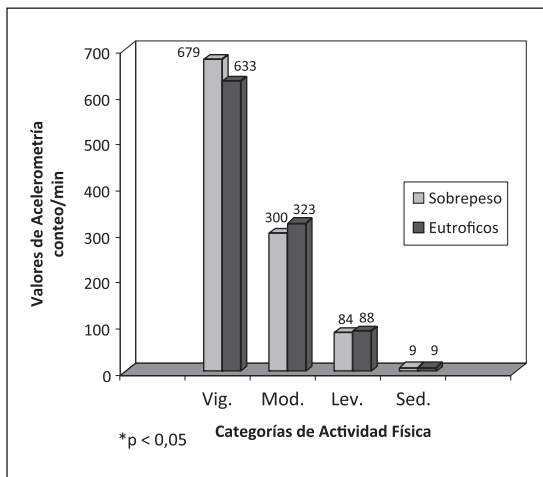


Figura 2. Comparación de las categorías de actividad física realizadas por los grupos de escolares.

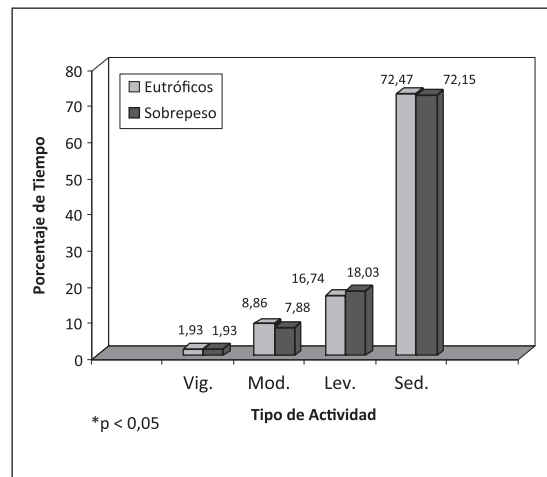


Figura 3. Porcentaje de tiempo dedicado por los grupos de escolares a las diferentes categorías de actividad física.

Tabla 3. Valores de Frecuencia Cardíaca de los escolares con sobrepeso/obesidad y eutróficos durante los tres días de registro de actividad¹

Frecuencia cardíaca por minuto (FC lat/min)	Total (n = 37)	Sobrepeso/Obesidad (n = 15)	Eutróficos (n = 22)	P U de Mann-Whitney
FC Reposo	69,3 ± 6,8	67,9 ± 7,0	70,1 ± 6,8	0,2102
Prom. FC	97,5 ± 8,3	96,5 ± 9,3	98,2 ± 7,8	0,4036
FC Mínima	63,4 ± 6,3	62,6 ± 5,8	64,0 ± 6,8	0,3863
FC Máxima	203,4 ± 21,7	195,6 ± 20,6	208,7 ± 21,7	0,0634
Prom. FC / AF Sedentaria	89,1 ± 8,0	88,4 ± 9,1	89,6 ± 7,5	0,3534
Prom. FC / AF Ligera	107,9 ± 7,9	106,1 ± 8,1	109,3 ± 7,8	0,2047
Prom. FC / AF Moderada	133,1 ± 8,0	130,0 ± 7,6	135,2 ± 7,9	0,0444
Prom. FC / AF Vigorosa	164,8 ± 11,2	161,1 ± 14,9	167,4 ± 7,3	0,2047

¹Promedio ± Desviación Estándar. AF: Actividad Física, Prom.: Promedio.

Tabla 4. Tiempo dedicado por los escolares en las diferentes categorías de actividad física durante los tres días de registro de actividad¹

Tiempo (T) en minutos	Total (n = 37)	Sobrepeso/Obeso (n = 15)	Eutróficos (n = 22)	P U de Mann-Whitney
T AF Sedentaria	1 033,5 ± 72,7	1 040,4 ± 91,8	1 028,8 ± 59,6	0,7571
T AF Ligera	249,8 ± 79,7	240,5 ± 101,0	256,2 ± 64,3	0,5777
T AF Moderada	118,2 ± 57,2	127,2 ± 78,3	112,0 ± 38,4	0,8286
T AF Vigorosa	27,7 ± 16,8	27,7 ± 16,1	27,6 ± 18,0	1,0000
T AF Mod. + Vig.	146,7 ± 61,9	155,9 ± 75,1	140,4 ± 52,3	0,8771

¹Promedio ± Desviación Estándar. AF: Actividad Física.

ron significativamente mayores ($p < 0,05$) en comparación a los escolares eutróficos; sin embargo, al comparar el GET (kcal/kg/d) no se registra diferencia entre grupos.

En la tabla 2 se presenta el GEAF en condición sedentaria y el NAF, valores significativamente mayores ($p < 0,05$) en los escolares con sobrepeso/obesidad. Sin embargo, los valores para el GEAF en condición ligera, moderada y vigorosa no mostraron diferencia significativa entre ambos grupos de escolares.

En la figura 2 se presenta la comparación entre las categorías de actividad física (AF) medidas por acelerometría (AC) entre los escolares con sobrepeso/obesidad y los eutróficos cuyos valores no mostraron diferencia significativa ($p < 0,05$).

Las tablas 3 y 4 presentan los valores de frecuencia cardíaca (FC) y del tiempo dedica-

do por los escolares en las diferentes categorías de actividad física durante los tres días de registro; valores que no mostraron diferencia significativa ($p < 0,05$) entre ambos grupos de niños.

En la figura 3 se presenta la comparación del porcentaje (%) de tiempo que dedicaron ambos grupos de escolares durante el día a la actividad física de diferente intensidad, sin identificar diferencia significativa ($p < 0,05$) entre ambos grupos.

Discusión

Está claro que en la actualidad la práctica de la actividad física en la población infantil puede estar muy limitada principalmente por la falta de espacios destinados a éste fin y por altas expectativas académicas que tienen los

padres e hijos⁹, por lo que el medir con una mayor exactitud el gasto energético es de un creciente interés debido a la necesidad de generar una mayor evidencia del importante papel que juega la actividad física en la prevención y control de diversas enfermedades crónicas^{12-16,41,42}.

En los últimos años la utilización de monitores de frecuencia cardíaca y de acelerometría para calcular el gasto energético y el nivel de actividad física, han presentado ciertas ventajas ya que han podido estimar la duración e intensidad del rendimiento de la actividad física durante el día.

Sin embargo, en el caso del cálculo del gasto energético por medio de la frecuencia cardíaca de forma independiente se han registrado ciertas limitaciones; por ejemplo, puede incrementarse por la influencia de factores como el estrés, nivel de hidratación y factores ambientales⁴³, por lo que se ha identificado que el registro simultáneo de la frecuencia cardíaca y la acelerometría ha permitido estimar con mayor precisión el gasto energético producto del rendimiento en actividades físicas⁴⁴⁻⁴⁶.

Diversas investigaciones han mostrado que el monitoreo simultáneo de éstas dos variables puede proveer estimaciones más precisas de gasto energético siendo el Actihearts™ el primer monitor comercial disponible que las combina en una sencilla unidad⁴³.

En general el Actihearts™ ha mostrado proveer una estimación precisa para actividades físicas tanto en adultos como en niños, desarrolladas a nivel de laboratorio utilizando equipo conocido como caminadoras (*treadmill walking*)^{17,18,47}, y aunque hasta hace poco tiempo se desconocían estudios formales que reportaran su precisión en un amplio campo de actividades libres o cotidianas en niños²⁰, en la actualidad ya se tiene referencia de su precisión en el cálculo del gasto energético durante actividades libres durante el día, valores que han sido correlacionados con el método de isótopos estables (DLW)³¹.

Un aspecto importante a resaltar en el presente estudio, es la particularidad de haber utilizado el Actihearts™ durante el desarrollo de la actividad física libre o cotidiana y no a nivel de laboratorio, hecho novedoso que no

se había implementado anteriormente en una población infantil latinoamericana utilizando específicamente éste dispositivo.

Con los datos recolectados en el presente estudio se identificó que el valor absoluto del GET (kcal/d) obtenido de los escolares con sobrepeso/obesidad fue significativamente mayor en comparación al registrado en los escolares eutróficos, lo cual también se evidenció en estudios anteriores^{5,48-51}, resultado que puede ser explicado por el mayor peso corporal que presenta este grupo de niños⁵⁰ generando a su vez un aumento de la TMB. Sin embargo, al comparar el GET ajustado por peso (kcal/kg/d) la diferencia entre ambos grupos de niños desaparece, lo cual se ha evidenciado en otros estudios⁵¹⁻⁵⁵. También se ha demostrado que la diferencia del GET entre niños con sobrepeso/obesidad y niños eutróficos desaparece luego de ajustar el GET por diferencias en la talla corporal⁵.

Otro aspecto a mencionar es que los valores del GET (kcal/kg/d) obtenidos de los escolares con sobrepeso/obesidad y los eutróficos, 70 y 74 kcal/kg/d respectivamente, fueron ligeramente mayores a los valores para gasto energético de varones según rango de edad (69 kcal/kg/d) propuestos por la FAO/OMS/UNU⁵⁶.

Con respecto a los valores del NAF y del GEAF, éstos fueron significativamente mayores en los escolares con sobrepeso/obesidad en comparación a los obtenidos de los escolares eutróficos, comportamiento que se ha registrado en previos estudios^{12,49-52}, aunque era de esperar que los escolares eutróficos obtuvieran los resultados más elevados de las anteriores variables. Referente a los valores del NAF, ambos grupos de escolares obtuvieron valores ligeramente mayores a los propuestos en las ecuaciones para gasto energético de la FAO/OMS/UNU⁵⁶, y en el caso del GEAF la única categoría que mostró diferencia estadística fue la condición sedentaria.

Referente a la condición sedentaria es importante mencionar los resultados obtenidos en previos estudios como el de Butte et al²⁴, en donde el nivel de actividad física en condición sedentaria fue significativamente mayor en los niños con sobrepeso que en aquellos con peso normal.

La diferencia encontrada en el NAF y en el GEAF de actividades sedentarias se puede atribuir a que los niños con sobrepeso/obesidad generan un mayor esfuerzo debido al excedente de peso corporal^{50,52}. Un aspecto que puede apoyar el aumento del NAF y el GEAF es que una de las principales actividades cotidianas que realiza cualquier persona es el caminar y en el caso de un niño con sobrepeso/obesidad ésta actividad provoca un aumento de ésta variable más rápidamente ya que debe de trasladar o movilizar ese excedente de peso durante su desplazamiento¹².

Respecto al tiempo dedicado a la AF no se identificó diferencia estadística en ninguna de las categorías. El estudio muestra que ambos grupos de escolares dedican la misma cantidad de tiempo a realizar actividades físicas entre moderada a vigorosa intensidad; 27,7 minutos en escolares con sobrepeso/obesidad y 27,6 minutos en eutróficos. Tales valores no superan la recomendación mínima de 30 minutos por día para la AF de moderada a vigorosa intensidad, tiempo que ha demostrado favorecer el mantenimiento del peso corporal⁹, a pesar de que el tiempo recomendado para la prevención y reducción del peso corporal en niños es de 60 a 90 minutos por día^{12,57}.

El anterior hallazgo también se identificó en un estudio en el que participaron niños con sobrepeso y eutróficos. Los resultados mostraron que los niños con sobrepeso y los eutróficos dedicaban la misma cantidad de tiempo a la actividad física⁵⁸.

En previos estudios⁵¹ se ha registrado que niños con sobrepeso u obesidad dedican en muchas ocasiones más de un 51% de su tiempo en actividades sedentarias y disminuyen en un 30% el tiempo dedicado a actividades físicas de mayor intensidad. Para el presente estudio se identificó que los escolares con sobrepeso/obesidad y los eutróficos dedican en promedio al día un 72,15% y un 72,47% respectivamente de su tiempo en actividades sedentarias comparado a un 1,93% para ambos grupos en actividades de vigorosa intensidad, lo que refleja que ambos grupos dedican muy poco tiempo a realizar actividades que le demanden un mayor esfuerzo corporal. Similares resultados se presentaron en el estudio reali-

zado por Strauss et al²⁷, quienes comprobaron que escolares entre los 10 y 16 años de edad dedican al día un 75,5% del tiempo a realizar actividades sedentarias en comparación a un 1,4% del tiempo a realizar actividades de vigorosa intensidad.

Otro importante aspecto a tomar en cuenta que apoya el no haber encontrado diferencia estadística en las intensidades de actividad física moderada y vigorosa, es el hecho demostrado que la participación que tienen los niños especialmente con sobrepeso u obesidad en actividades físicas de mayor intensidad está fuertemente influenciada por las sesiones de programas de actividad física o ejercicio formales, siendo las lecciones de educación física uno de los programas más importantes que promueven este tipo de actividad^{8,9}. Se ha evidenciado que los niveles e intensidades de actividad física de los niños con sobrepeso son similares a la de los niños con peso normal ya que ambos grupos de escolares deben participar de todas aquellas actividades que presentan un mayor nivel de intensidad física, siendo la participación de los niños con sobrepeso u obesidad un asunto más de obligatoriedad o supervisión y no necesariamente por el propio deseo del niño a moverse, lo que provoca tal aumento del GEAF similar al de los niños eutróficos⁹.

Hay que destacar que aunque los programas de actividad física sistemáticos como las lecciones de educación física que se imparten en los centros educativos promueven un nivel de intensidad entre moderada a vigorosa en todos los escolares, esto no necesariamente promueve un control o reducción del peso corporal ya que se ha identificado que el gasto calórico semanal de la participación de los niños en éste tipo de actividad es insuficiente para prevenir la obesidad infantil y la resistencia a la insulina^{59,60}. Se ha descrito que sólo la actividad física complementaria que se realice independientemente del horario escolar o a nivel deportivo de moderada a vigorosa intensidad y con un gasto energético mayor a las 300 kcal/h en más de 4h/semana puede prevenir el sobrepeso y la resistencia a la insulina^{59,60}.

Sin embargo, en los escolares del estudio no se puede afirmar que se cumple la anterior recomendación, ya que el registro más elevado

de GEAF fue en las actividades de moderada intensidad; 239 kcal en los escolares con sobrepeso/obesidad y 173 kcal en los eutróficos; mientras que en las actividades vigorosas fue de 110 kcal y 86 kcal respectivamente para cada grupo de escolares.

Otra recomendación a tomar en cuenta con respecto a la prevención del sobrepeso y la obesidad infantil es mantener un nivel de NAF al día no menor a 1,7¹². Aunque el grupo de escolares con sobrepeso/obesidad obtuvo un NAF de 1,8 se podría afirmar que ese valor fue también producto de la influencia del excedente de peso ya que los niveles de actividad física no tuvieron una intensidad que justifique ese valor, mientras que en los escolares eutróficos el NAF fue igual a la recomendación.

Fundamentándose en las anteriores recomendaciones se podría deducir que los escolares con sobrepeso/obesidad deben de aumentar: el nivel de intensidad, el gasto energético igual o superior a las 300 kcal/h, el NAF y el tiempo que dedican a ejecutar actividades físicas de moderada a vigorosa intensidad; esto con el fin de promover una reducción de peso corporal. Igualmente si los escolares eutróficos no promueven un aumento en las anteriores variables podrían iniciar un aumento de peso corporal en poco tiempo.

Por tales razones es de suma importancia propiciar estilos de vida que enfatizen programas de actividad física y ejercicio que induzcan a un mayor gasto energético^{12,50} tanto en el período escolar como en su tiempo libre.

Es importante destacar que la utilización para éste tipo de estudio de un instrumento altamente sofisticado como el ActiheartTM, cuya precisión ya ha sido validada con el *gold standard* (DLW) propicia un menor costo económico en el desarrollo de las investigaciones, sin embargo, éste tipo de dispositivo como aquellos otros que registran por separado la frecuencia cardíaca como la acelerometría pueden limitar el tamaño muestral, lo cual se puede identificar en estudios cuyas muestras oscilan entre los 19 y 40 sujetos^{17,19,49-51}, esto debido a la complejidad logística de su implementación en niños y sobre todo el hecho de que tienen que portarlo durante varios días lo que genera que los padres o encargados fami-

liares deban participar en el proceso.

Con el presente estudio se concluye que los escolares con sobrepeso/obesidad y los eutróficos de primer ciclo de educación básica presentan un similar comportamiento hacia la actividad física, dedicando en promedio el mismo tiempo a su práctica y generando el mismo nivel de GEAF para aquellas actividades de moderada a vigorosa intensidad; esto permite plantear que el total de actividad física y el tiempo dedicado a la misma no necesariamente están asociados con el sobrepeso y la obesidad, conclusión que se apoya con los resultados del estudio realizado por Ekelund et al⁶¹, quienes afirman que el total de actividad física no está significativamente asociada con la grasa corporal, que el tiempo dedicado a las actividades de moderada a vigorosa intensidad explica menos de un 1% la variación en la grasa corporal y que es la intensidad y no el total de la actividad física el factor más relevante en el control del sobrepeso y la obesidad.

Por lo tanto, los resultados sugieren que el cálculo o medición del GEAF y el nivel de actividad física en el desarrollo de actividades libres o cotidianas por parte de escolares con sobrepeso u obesidad requiere de mayor investigación que incluya niños de edades más tempranas y de diferentes niveles socioeconómicos, además de identificar si los resultados obtenidos en varones se presentan también en las mujeres. Por esto, se propone como nueva hipótesis que el sobrepeso y obesidad es promovido entre otras variables por la inactividad física o por un bajo nivel de intensidad física pero a edades más tempranas.

Agradecimientos

Se agradece a la Organización Internacional de Energía Atómica por su contribución al aportar los monitores ActiheartTM para llevar a cabo el estudio. A la Universidad de Costa Rica por el apoyo logístico. A los estudiantes, padres de familia y a la coordinación del Área Interdisciplinaria en Salud Integral del centro educativo CEDES Don Bosco por el apoyo y las facilidades brindadas durante el trabajo realizado.

Referencias

- 1.- *Albert J*: Obesidad, factores de riesgo. Estudio de prevalencia 2003 en el ámbito de un ayuntamiento. *SESLAP* 2005; 1 (11): 6-9.
- 2.- *Núñez H, Monge R, León H, Roselló M*: Prevalence of overweight and obesity among Costa Rican elementary school children. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health* 2003; 13 (1): 24-32.
- 3.- *Lobstein T, Baur L, Vauy R*: IASO: Internacional Obesity Task Force. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev Suppl* 2004; 1: 4-104.
- 4.- *Organización Mundial de la Salud*. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Resolución WHA 57. 17 de mayo del 2004. Ginebra: OMS; 2004.
- 5.- *DeLany J, Bray G, Harsha D, Volaufova J*: Energy expenditure in preadolescent African American and white boys and girls: the Baton Rouge Children's Study. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 705-13.
- 6.- *González L, Giraldo N, Estrada A, Muñoz A, Mesa E, Herrera C*: La adherencia al tratamiento nutricional y composición corporal: un estudio transversal en pacientes con obesidad o sobrepeso. *Rev Chil Nutr* 2007; 34 (1): 46-54.
- 7.- *Daniels S, Arnett D, Eckel R, et al*: Overweight in children and adolescents. Pathophysiology, Consequences, Prevention and Treatment. *Circulation* 2005; 111: 1999-2012.
- 8.- *Rowlands A, Eston R, Louie L, Ingledeew D, Tong K, Fu F*: Physical activity levels of Hong Kong Chinese children: Relationships with body fat. *Pediatric Exerc Sci* 2002; 14: 286-96.
- 9.- *Fung T, Hu F, Yu J, et al*: Leisure-Time Physical Activity, Television Watching, and Plasma Biomarkers of Obesity and Cardiovascular Disease Risk. *Am J Epidemiol* 2000; 152: 1171-78.
- 10.- *Caballero B*: Introduction. Symposium: Obesity in developing countries: biological and ecological factors. *J Nutr* 2001; 131 (3): 866 S-70.
- 11.- *Anderson J, Konz E, Frederich R, Wood C*: Long-term weight-loss maintenance: a meta-analysis of US studies. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 579-84.
- 12.- *Brooks G, Butte N, Rand W, Flatt J, Caballero B*: Chronicle of the Institute of Medicine physical activity recommendation: how a physical activity recommendation came to be among dietary recommendations. *Am J Clin Nutr* 2004; 79 (suppl): 921S-30.
- 13.- *Ferreira M, Matsudo S, Matsudo V, Braggion G*: Efeitos de um programa de orientacao de actividades fisica e nutricional sobre o nivel de actividades fisica de mulheres fisicamente ativas de 50 a 72 años de idade. *Rev Bras Med Esporte* 2005; 11 (3): 172-76.
- 14.- *Gutin B, Barbeau P, Owens S, et al*: Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 818-26.
- 15.- *Jacoby E, Bull F, Neiman A*: Cambios acelerados del estilo de vida obligan a fomentar la actividad física como prioridad en la Región de las Américas. *Rev Panam Salud Pública* 2003; 14 (4): 223-25.
- 16.- *Manson J, Skerrett P, Greeland P, Vanlallie T*: The Escalatin Pandemics of Obesity and Sedentary Lifestyle. *Arch Intern Med* 2004; 164: 249-58.
- 17.- *Brage S, Brage N, Franks P, Ekelund U, Wareham N*: Reliability and validity of the combined heart rate and movement sensor Actiheart. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59: 561-70.
- 18.- *Abrams S, Wong W*: Stable isotopes in human nutrition. Laboratory methods and research applications. London: CABI Publishing; 2003.
- 19.- *Corder K, Brage S, Wareham N, Ekelund U*: Comparison of PAEE from combined and separate heart rate and movement models in children. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37 (10): 1761-7.
- 20.- *Crouter S, Churilla J, Bassett D*: Estimating energy expenditure using accelerometers. *Eur J Appl Physiol* 2006; 98: 601-12.
- 21.- *Sivard J, Pate R*: Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Med* 2001; 31 (6): 439-54.
- 22.- *Riddoch C, Bo Andersen L, Wedderkopp N, et al*: Physical activity levels and patterns of 9- and 15-yr-old European children. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36 (1): 86-92.
- 23.- *Ball K, Cleland V, Timperio A, Salmon J, Crawford D*: Socioeconomic position and children's physical activity and sedentary behaviors: longitudinal findings from the CLAN study. *J Phys Act Health* 2009; 6 (3): 289-98.
- 24.- *Butte N, Puyau M, Adolph A, Vohra F, Zakeri I*: Physical activity in nonoverweight and overweight Hispanic children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39 (8): 1257-66.
- 25.- *Cleland V, Crawford D, Baur L, Hume C, Timperio A, Salmon J*: A prospective examination of children's time spent outdoors, objectively measured physical activity and overweight. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32 (11): 1685-93.
- 26.- *Morgan P, Okely A, Cliff D, Jones R, Baur L*: Correlates of objectively measured physical activity in obese children. *Obesity (Silver Spring)* 2008; 16 (12): 2634-41.

- 27.- Strauss R, Rodzilsky D, Burack G, Colin M: Psychosocial correlates of physical activity in healthy children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2001; 155 (8): 897-902.
- 28.- Williams H, Pfeiffer K, O'Neill J, et al: Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity* (Silver Spring) 2008; 16 (6): 1421-6.
- 29.- Wrotniak B, Epstein L, Dorn J, Jones K, Kondilis V: The relationship between motor proficiency and physical activity in children. *Pediatrics* 2006; 118 (6): 1758-65.
- 30.- Abbott R, Davies P: Habitual physical activity and physical activity intensity: their relation to body composition in 5.0-10.5-y-old children. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58: 285-91.
- 31.- Butte N, Wong W, Adolph A, Puyau M, Vohra F, Zakeri I: 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* 2010; 140: 1516-23.
- 32.- Ekelund U, Yngve A, Westerterp K, Sjostrom M: Physical activity assessed by activity monitor and doubly labeled water in children. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 275-81.
- 33.- Hoos M, Plasqui G, Gerver W, Westerterp K: Physical activity level measured by doubly labeled water and accelerometry in children. *Eur J Appl Physiol* 2003; 89: 624-6.
- 34.- Johnson R, Russ J, Goran M: Physical activity related energy expenditure in children by doubly labeled water as compared with the Caltrac accelerometer. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998; 22: 1046-52.
- 35.- López M, Merrifield J, Fields D, et al: Ability of the Actiwatch accelerometer to predict free-living energy expenditure in young children. *Obes Res* 2004; 12: 1859-65.
- 36.- Montgomery C, Reilly J, Jackson D, et al: Relation between physical activity and energy expenditure in a representative sample of young children. *Am J Clin Nutr* 2004; 80: 591-6.
- 37.- Kuczmarski R, Ogden C, Grummer-Strawn L, et al: CDC growth charts: United States. Advance data from vital and health statistics. Hyattsville (MD): U.S. Department of Health and Human Services; 2000.
- 38.- Garatachea N, Cavalcanti E, de Paz J: Métodos de cuantificación de la energía gastada y de la actividad física. *Arch Med Dep* 2003; 20 (96): 331-7.
- 39.- FAO/WHO/UNU: Report of Expert Consultation. Human Energy Requirement. Rome 2001; 1-96.
- 40.- Schofield W: Predicting BMR: new standard and review of previous work. *Clin Nutr* 1985; 39: 5-41.
- 41.- Lee IM, Skerrett P: Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation? *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: S459-71.
- 42.- Lee IM, Sesso H, Oguma Y, Paffenborger J: Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. *Circulation* 2003; 107: 1110-6.
- 43.- Crouter S, Churilla J, Bassett D: Accuracy of the Actiheart for the assessment of energy expenditure in adults. *Eur J Clin Nutr* 2008; 62: 704-11.
- 44.- Strath S, Bassett D, Swartz A, Thompson D: Simultaneous heart rate-motion sensor technique to estimate energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 2118-23.
- 45.- Strath S, Bassett D, Thompson D, Swartz A: Validity of the simultaneous heart rate-motion sensor technique for measuring energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 888-94.
- 46.- Strath S, Brage S, Ekelund U: Integration of physiological and accelerometer data to improve physical activity assessment. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37: S563-71.
- 47.- Thompson D, Batterham A, Book S, Robson C, Stokes K: Assessment of low-to-moderate intensity physical activity thermogenesis in young adults using synchronized heart rate and accelerometry with branched-equation modelling. *J Nutr* 2006; 136: 1037-42.
- 48.- Maffei C, Schutz Y, Zaffanello M, Piccoli R, Pinelli L: Elevated energy expenditure and reduce energy intake in obese pre pubertal children: paradox of poor dietary reliability in obese? *J Pediatr* 1994, 124 (3): 348-54.
- 49.- Maffei C, Zaffanello M, Pinelli L, Schutz Y: Total energy expenditure and patterns of activity in 8-10 year old obese and nonobese children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1996; 23 (3): 256-61.
- 50.- Sanguanrungrasirikul S, Sombconwong J, Nakhnaph C, Pruksananonda C: Energy expenditure and physical activity of obese and non-obese Thai children. *J Med Assoc Thai* 2001; 84 (suppl) 1: S314-20.
- 51.- Yu C, Sung R, So R, et al: Energy expenditure and physical activity of obese children: cross-sectional study. *Hong Kong Med J* 2002; 8 (5): 313-7.
- 52.- Lazzer S, Boirie Y, Bitar A, et al: Assessment of energy expenditure associated with physical activities in free-living obese and nonobese adolescents. *Am J Clin Nutr* 2003; 78 (3): 471-9.
- 53.- Bandini L, Schoeller D, Cyr H, Dietz W: Validity of reported energy intake in obese and nonobese adolescents. *Am J Clin Nutr* 1990; 52: 421-5.
- 54.- Champagne C, Baker N, Delany J, Harsha D, Bray G: Assessment of energy intake underreporting by doubly labelled water and observations on reported nutrient

- intakes in children. *J Am Diet Assoc* 1998; 98: 426-33.
- 55.- *Vásquez F, Cardona O, Andrade M, Salazar G*: Balance de energía, composición corporal y actividad física en preescolares eutróficos y obesos. *Rev Chil Pediatr* 2005; 76 (3): 266-74.
- 56.- *Díaz E*: Nuevos requerimientos de energía Comité de Expertos FAO/OMS/UNU 2004. *Rev Chil Pediatr* 2006; 77 (3): 285-9.
- 57.- *Strong W, Malina R, Blimkie C, et al*: Evidence based Physical Activity for School-age Youth. *J Pediatr* 2005; 146: 732-7.
- 58.- *Brockmann P, Caussade S, Holmgren N, et al*: Actividad física y obesidad en niños con asma. *Rev Chil Pediatr* 2007; 78 (5): 482-8.
- 59.- *Villa J, Collado P, Ávila M, et al*: 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* 2007; 24 (121): 410.
- 60.- *Villa J, Collado P, Martínez R, et al*: Sólo el deporte extraescolar previene la obesidad infantil y el riesgo de síndrome metabólico en niños preadolescentes. En: *Comunicaciones, Salud y Actividad. Arch Med Dep* 2007; 24 (121): 409-10.
- 61.- *Ekelund U, Sardinha L, Anderssen S, et al*: 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* 2004; 80: 584-90.