

Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. La Habana.

GASTO DE ENERGÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA DE PREESCOLARES MEDIDO CON SENSORES ACTIHEART®

Manuel Hernández Triana[¶], Vladimir Ruiz Álvarez[¶], Carlos Viera Casiñol[¶], Guillermo Morea[§], Daniel Bustamante[§], María Elena Díaz Sánchez*, Caridad Arocha Oriol[¶], Maybe Díaz Domínguez[¶], Iraida Wong Ordoñez*, Ileana Puentes*.

RESUMEN

El sensor de movimiento ActiHeart®©, utilizado para la medición de la actividad física, integra los registros de la frecuencia cardíaca con los medidos por acelerometría en el desplazamiento, a la vez que descarta los valores errados que pueden registrarse por cualquiera de ellos por separado. Los sensores ActiHeart®© se emplearon para medir el gasto diario de energía de 56 niños preescolares (Niñas: 62.5%; Edad: 5.9 ± 0.3 años) cada 15 segundos durante 3 días de la semana (uno de los días del fin de semana incluido en la medición). El estado nutricional del niño fue calificado según los estándares del Centro de Control de las Enfermedades (Atlanta, Estados Unidos). El gasto energético diario total fue superior en los varones (Varones: 1544 ± 162 kcal.24 horas⁻¹ vs. Niñas: 1341 ± 243 kcal.24 horas⁻¹; p < 0.05), incluso después de ajustado según el peso corporal del niño (Varones: 64 ± 9 kcal.kg⁻¹.24 horas⁻¹ vs. Niñas: 57 ± 6 kcal.kg⁻¹.24 horas⁻¹; p < 0.05). El mayor gasto energético diario de los varones pudo estar causado por una superior tasa metabólica en reposo (Varones: 1086 ± 94 kcal.24 horas⁻¹ vs. Niñas: 946 ± 73 kcal.24 horas⁻¹; p < 0.05). El nivel de actividad física (NAF) fue similar en uno y otro sexo. Los varones con peso normal tuvieron mayor gasto de energía (Peso normal: 72 ± 9 kcal.kg⁻¹.24 horas⁻¹ vs. Sobrepeso: 55 ± 8 kcal.kg⁻¹.24 horas⁻¹; p < 0.05) y niveles superiores de NAF (Peso normal: 1.5 ± 0.2 vs. Sobrepeso: 1.3 ± 0.1; p < 0.05) y menores tasas metabólicas basales (Peso normal: 963 ± 42 kcal.24 horas⁻¹ vs. Sobrepeso: 1209 ± 123 kcal.24 horas⁻¹; p < 0.05). Las niñas con peso adecuado también tuvieron un mayor gasto energético y una menor tasa metabólica basal. Sin embargo, el NAF de las niñas fue independiente del peso corporal. La medición del gasto de energía con los sensores ActiHeart®© puede ser una herramienta efectiva en el diagnóstico y la intervención de la obesidad en la población infantil cubana. Hernández Triana M, Ruiz Álvarez V, Viera Casiñol C, Morea G, Bustamante D, Díaz Sánchez ME, Arocha Oriol C, Díaz Domínguez M, Wong Ordoñez I, Puentes I. Gasto de energía en actividad física de preescolares medido con sensores ActiHeart®©. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2014;24(1):88-105. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.

Palabras clave: Preescolares / Acelerometría / Frecuencia cardíaca / Obesidad / Actividad física.

[¶] Departamento de Bioquímica y Fisiología. Vicedirección de Nutrición. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. [§] Facultad de Medicina. Universidad Nacional de La Plata. Provincia Buenos Aires. República Argentina. * Departamento de Nutrición Comunitaria. Vicedirección de Nutrición. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos.

Recibido: 11 de Enero del 2014. Aceptado: 14 de Abril del 2014.

Manuel Hernández Triana. Departamento de Bioquímica y Fisiología. Vicedirección de Nutrición. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Infanta 1158 e/t Clavel y Llinás. Centro Habana. La Habana.

Correo electrónico: macondo@infomed.sld.cu

INTRODUCCIÓN

La percepción de un estilo de vida sedentario cada vez más arraigado entre los niños ha ido ganando la atención pública.¹⁻² La evidencia sólida que sustentase esta percepción popularizada que los niños se habían habituado a una vida sedentaria era escasa en los 1990s, a pesar de la existencia de numerosos estudios sobre los niveles de actividad física (AF) de niños y adolescentes, los que se distinguían más por la cantidad que por la calidad.³ Las tendencias observadas durante los primeros años del nuevo Siglo XXI en el incremento del sedentarismo en los niños motivaron el desarrollo de guías específicas para la realización de AF y su incremento en el doble de la cantidad recomendada diariamente.⁴⁻⁵

El diseño, implementación y conducción de programas de intervención en AF que sean efectivos para la reducción del exceso de peso corporal en las edades pediátricas requiere de la identificación de aquellas variables que influyan sobre los niveles insuficientes.⁶

Adicional a la determinante influencia de la dieta, la AF genera un elevado beneficio para la salud y se asocia con una mejoría de la salud cardiovascular y el rendimiento físico, incrementa la masa y la densidad ósea, está asociada con una mejor salud mental, mejora la composición corporal y reduce el riesgo de obesidad,⁷ Diabetes tipo 2, cáncer de colon y osteoporosis;⁸ y tiene beneficios reconocidos en el bienestar psicológico, la acumulación de grasa corporal y factores de riesgo de enfermedades no transmisibles.⁹⁻¹²

El papel de la AF en la prevención de la obesidad es el punto central del combate de esta afección que se ha convertido en la enfermedad más frecuente entre los niños de las sociedades industrializadas,¹³ y también de las menos industrializadas de América

Latina.¹⁴⁻¹⁵ En atención a ello, la recomendación de 60 minutos diarios (como mínimo) de actividad física de intensidad moderada (al menos) para los niños de edad preescolar ha sido incluida en las “Guías de Alimentación de los Estados Unidos”,¹⁶ las pautas de la División de Nutrición y Actividad Física del Centro de Control y Prevención de Enfermedades,¹⁷ las “Nuevas Recomendaciones Nutricionales Nórdicas”,¹⁸ las “Guías Canadienses de Alimentación Saludable y Actividad Física”,¹⁹ y los postulados de la Fundación Británica del Corazón.²⁰ Las Guías de Actividad para Norteamericanos del año 2008 revisaron las evidencias científicas sobre los beneficios de la AF y concluyeron que los jóvenes deben participar al menos por 60 minutos diarios en la realización de actividad física moderada o intensa.⁷

A pesar de los conocidos beneficios de la AF sobre la salud, la mayor parte de los niños y adolescentes en todo el mundo no alcanzan estas recomendaciones.²¹⁻²⁵ Estudios realizados en muchos países confirman que menos de la mitad de los niños no son suficientemente activos, y que el nivel de actividad física declina con la edad en el transcurso de la infancia y adolescencia.^{21-23,25} En México, la Encuesta Nacional de Salud del 2006 confirmó que solo el 40% de los niños y adolescentes de entre 10 a 19 años de edad realizan la cantidad recomendada de AF.²²

Los entornos físicos y sociales de las escuelas son capaces de influenciar los niveles de AF de los estudiantes,²⁶ y las clases de educación física a nivel escolar y de guarderías infantiles son un factor clave para la estructuración desde la infancia de un estilo de vida saludable.^{14,26} La revisión sistemática sobre la efectividad de las intervenciones dirigidas a incrementar el nivel de actividad física en los Estados Unidos y Latinoamérica ha encontrado fuertes evidencias de que las intervenciones

dirigidas hacia la educación física curricular son muy efectivas en la elevación de la AF en los horarios escolares.²⁸⁻²⁹ Sin embargo, aun no está clara la dimensión de la influencia de esos incrementos en la educación física escolar sobre los niveles de AF desarrollados fuera del horario de escuela.

Cuba, con el actual perfil epidemiológico post-transicional, presenta una combinación de fenómenos que favorecen, junto con el desarrollo urbano, la disminución de la AF y el incremento del sobrepeso corporal y la obesidad en la infancia.

En los últimos 15 años, el Laboratorio de Metabolismo Energético del Instituto de Nutrición de Cuba ha realizado estudios de medición del gasto total diario de energía y del nivel de AF en niños de edad preescolar residentes en áreas rurales, pequeños pueblos, y grandes centros urbanos.³⁰ Esos estudios mostraron que solo los varones residentes en zonas rurales (68 minutos) y pueblos (60 minutos) cumplían con la recomendación de realización de 60 minutos al día de actividad física moderada o intensa. Los varones y niñas de las ciudades empleaban solo 37 minutos en estas actividades; las niñas rurales sólo 31 minutos; y las de pueblos y ciudades solo 38 minutos diarios. Esos resultados se acompañaron de valores del gasto energético total diario en los niños de ciudad de 1400 kcal.día⁻¹, inferiores al valor promedio de 1500 kcal/día informado por 11 estudios isotópicos realizados en áreas metropolitanas de países altamente industrializados.³⁰

La influencia del género y la zona de residencia fue evidente en esos resultados,³¹ los cuales son factores favorecedores del sobrepeso corporal, acumulación de grasa corporal, inflamación crónica de bajo grado, resistencia a la insulina y riesgo elevado de síndrome metabólico que potencia el

desarrollo de enfermedades no transmisibles en edades posteriores.³²

El sobrepeso corporal en niños menores de 5 años de edad en Cuba se incrementó de 13.5% a 17.4% entre los años 2004³³ y 2011³⁴, según los datos del Sistema Nacional de Vigilancia Alimentaria y Nutricional (SISVAN). Estos resultados, a pesar de su elevada magnitud, pudiesen no resultar alarmantes si no se acompañasen de informes ya publicados sobre señales aterogénicas tempranas³⁵ y Diabetes tipo 2³⁶ en niños y adolescentes cubanos en los años 2005 y 2008, respectivamente; y el 48% de frecuencia de hígado graso no alcohólico en niños obesos de 4-16 años de edad reportada en el año 2006.³⁷

La exacta medición del gasto de energía en AF en niños es complicada, producto de la naturaleza intermitente de su actividad³⁸ y la exactitud limitada de los cuestionarios que se utilizan.³⁸⁻³⁹ Los métodos considerados como los estándares de oro, como el método del agua doblemente marcada con deuterio y ¹⁸O y la calorimetría indirecta, no son factibles de utilizar en grandes grupos de la población.⁴⁰⁻⁴¹ Para este fin, los métodos existentes son la acelerometría y el registro de la frecuencia cardiaca (FC), los cuales han sido validados adecuadamente para la medición del gasto energético en ensayos controlados;⁴²⁻⁴³ y en estudios con niños que realizan sus actividades cotidianas.⁴⁴⁻⁵²

Sin embargo, uno u otro método tienen limitaciones. La FC no mide directamente la actividad física, sino que es un reflejo del estrés que ésta impone al sistema cardiopulmonar. El empleo de la FC en la estimación del nivel de AF se basa en la relación lineal que la FC sostiene con el consumo de oxígeno y el gasto energético. No obstante, los cambios observados en la FC reflejan no sólo el nivel de la AF, sino también del tipo e intensidad de la actividad muscular; la postura del sujeto, el estado prandial, el estado de hidratación, la

temperatura corporal, la humedad ambiental, e incluso el estado emocional.⁵³⁻⁵⁴

La medición de la FC sobreestima el gasto de energía a bajas intensidades, producto de que la ansiedad, los incrementos de la temperatura corporal, y la extensión de la respuesta de la FC posterior a la AF pueden elevar los valores obtenidos, sin que eso tenga asociado un incremento del gasto energético en AF.⁵⁵

La acelerometría estima el nivel de AF mediante el registro de cambios de movimiento por desplazamiento, y se basa en la relación existente (teóricamente) entre la fuerza muscular y la aceleración corporal durante movimientos físicos discretos. Esta relación se registra mediante acelerómetros uni- o tri-axiales, que conservan los desplazamientos hechos en diferentes planos. Estos valores se integran en un valor numérico de “Vector Resultante”, el que se utiliza para la clasificación de las actividades según su intensidad.⁵³⁻⁵⁴

La acelerometría no es capaz de registrar los incrementos del gasto de energía que se generan por cargar pesos, o realizar actividades en bicicleta, cuando lo que se está utilizando es un sensor que solo mide desplazamientos. Adicionalmente, la biomecánica de las carreras conduce a limitaciones en la acelerometría uniaxial con el registro de valores elevados de gasto energético.⁴⁸

Cada uno de estos dos métodos ha mostrado en el transcurso de mediciones sus deficiencias y limitaciones. En la medición de la AF solo por acelerometría se ha observado que en individuos que se transportan sentados y sin realizar movimiento alguno dentro de un automóvil se generan registros errados por el acelerómetro que corresponden al automóvil y no al sujeto de estudio. La FC puede también registrar valores no debidos a la realización de actividad física, sino a estados de estrés emocional que introducirían serios

errores de evaluación errónea como AF desarrollada.

La combinación de estos dos métodos suministra mejores estimados del gasto energético en AF que cada uno de ellos por sí solos.^{47,56} Es por ello que los esfuerzos condujeron a la fabricación de los sensores ActiHeart®© (Minimeter, NY, EEUU), en los cuales las mediciones por acelerometría y por FC se combinaron en un único sensor. Este sensor tiene incluidos, en un solo aditamento, un acelerómetro y un cardiófrecuencímetro, por lo que es capaz de utilizar de forma combinada las ventajas de cada uno de estos métodos anteriores mediante un sensor de pequeño tamaño, el cual eleva la exactitud de las mediciones en niños. Los sensores pueden registrar, simultáneamente, los cambios en FC y acelerometría, de forma tal que solo se registran como actividad física real aquellos instantes en los cuales coinciden los registros por los dos métodos. Los valores sin traducción directa a AF son eliminados por el programa integrado, como, por ejemplo, todos los valores “Cero” en acelerometría que coinciden en el mismo instante de registro con valores de FC injustificadamente elevados, y también, los valores elevados de los registros de acelerometría que no tienen una traducción equivalente a la FC. El acelerómetro ActiHeart®© incluye también un programa para la conversión de los valores válidos de FC en los correspondientes a gasto diario de energía de los sujetos en estudio.

Los registros de actividad física y gasto de energía con los sensores ActiHeart®© han sido validados con estudios de calorimetría indirecta. El sensor ActiHeart®© también ha sido validado en adultos voluntarios en estudios caminando o corriendo en esteras y los resultados indican que es un instrumento válido para la predicción del gasto energético en AF en adultos;⁵⁷ y también en niños mediante

calorimetría indirecta,⁵⁸⁻⁵⁹ y estudios isotópicos con agua doblemente marcada.⁶⁰⁻⁶¹

El programa integrado de cálculos del sensor Actiheart® fue diseñado para estudios metabólicos en adultos, por lo que requería de evaluaciones y modificaciones. A tal efecto, la Universidad de La Plata diseñó un *software* para el cálculo de los valores de gasto de energía de niños a partir de los valores de la FC.

El objetivo de este trabajo fue medir el gasto diario de energía y el nivel de AF en preescolares cubanos mediante el uso de los sensores ActiHeart®, con el objetivo de utilizar estos datos para el diseño e implementación de programas de intervención para la reducción del exceso de peso corporal en la infancia mediante programas de AF.

MATERIAL Y MÉTODO

Sujetos de estudio: El estudio se realizó en niños de edad preescolar, aparentemente sanos, que asistían a 4 círculos infantiles y escuelas del barrio “Pueblo Nuevo”, municipio Centro Habana (La Habana, Cuba). Los niños estudiados asistían al centro educacional cinco días de la semana, mientras que pasaban los dos días del fin de semana (Sábado y Domingo) en sus casas.

Cuestiones éticas: El protocolo de medición del gasto diario de energía fue redactado siguiendo los postulados de la Declaración de Helsinki,⁶² y aprobado por la Comisión de Ética Médica del Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos (INHA), la Dirección Materno-Infantil del Ministerio de Salud Pública (MINSAP), y la Dirección de Salud del Ministerio de Educación (MES).

También se requirió el consentimiento por escrito de los padres (o en su ausencia, de las personas a cargo del cuidado del niño) para la realización de las mediciones en los

niños estudiados. Se les explicó a los padres el carácter no invasivo del presente estudio, y la confidencialidad de los resultados recuperados durante la conducción de los procedimientos incluidos en el diseño experimental.

Información demográfica y antropométrica: Se citó a los niños para que asistieran al INHA para la inclusión al estudio, la recolección de los datos de edad, sexo, y localización; y la realización de las mediciones del protocolo.

Un personal entrenado y estandarizado tuvo a su cargo las mediciones antropométricas. De cada niño se obtuvieron la talla (en centímetros) y el peso (en kilogramos) con una exactitud de una décima. Las mediciones antropométricas se efectuaron por técnicas estandarizadas en el INHA.⁶³⁻⁶⁵

El peso corporal se midió con una pesa Soehnle (Soehnle-Waagen GmbH & Co. KG, Murrhardt: Germany) de 150 kg de capacidad, y una imprecisión de 100 g; mientras que la estatura se midió con un estadiómetro Holtain Limited (Dyfed, Gran Bretaña). Los valores se utilizaron para el cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC).

Los puntajes Z de la talla para la edad (T/E), peso para la edad (P/E), peso para la talla (P/T), e IMC para la edad se calcularon empleando los valores de referencia provistos por el Centro Nacional de Estadísticas de la Salud de los Estados Unidos (reconocido por las siglas del inglés NCHS *National Center for Health Statistics*) para los niños norteamericanos del mismo sexo y edad.⁶⁶ El puntaje Z para el IMC se empleó para denotar al niño como con peso normal (Puntaje Z entre -1.0 y +1.0 desviaciones estándar de la media poblacional), y sobrepeso (Puntaje Z > +1.0 desviaciones estándar), respectivamente.

Medición de la actividad física y el gasto diario de energía: Los valores del Vector de Magnitud de la acelerometría

(VM), FC y gasto energético fueron registrados cada 15 segundos, durante todas las horas de vigilia del niño, con sensores ActiHeart®. El registro de la AF comprendió dos días de la semana laboral, y uno de los 2 días del fin de semana, para completar 3 días de registro.

Los sensores ActiHeart® fueron previamente inicializados con la introducción de los datos demográficos y antropométricos de cada niño, lo cual individualizaba los registros del IMC, el VM de la acelerometría, la FC y los valores del gasto de energía en esos períodos de 15 segundos.

Los datos se recolectaron en períodos cerrados de 24 horas, desde el momento de colocárseles el sensor en el INHA, hasta la hora de retirárseles cuando el plazo de medición fuese cumplido.

Los padres, o las personas a cargo, fueron instruidos sobre cómo retirar los sensores a los niños en el momento del baño, de acostarse a dormir, cómo colocarlos en las mañanas antes de que el niño abandonase la cama, y cómo retirarlos una vez concluido el tiempo de medición. Los horarios recolectados por los padres en el tiempo sin el sensor fueron comparados con los registros almacenados en los sensores. Esos datos sirvieron para que los registros fueran ponderados para una semana.

Los registros de dos días de semana y uno de fin de semana (Jueves-Viernes-Sábado o Domingo-Lunes-Martes) fueron descargados individualmente y ordenados por los correspondientes horarios de recolección de los datos

Los puntos de corte, contenidos en el programa operativo de los sensores Actiheart®, estaban colocados en $0.031 \text{ kcal}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ para las actividades de moderada intensidad, y $0.083 \text{ kcal}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ para las actividades clasificadas como intensas. Estos puntos de

corte fueron cambiados en los cálculos con los niños cubanos a 0.05 y $0.10 \text{ kcal}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente; de acuerdo con los resultados obtenidos por la Dra. Nancy Butte en sus estudios de medición del gasto de energía de los niños de esas edades mediante la medición conjunta del gasto energético por calorimetría indirecta y sensores de movimiento.⁶⁰⁻⁶¹

Con la utilización de estos puntos de corte fue calculado el valor de gasto energético en la realización de actividad física de variada intensidad. Los sensores Actiheart® ofrecieron entonces los valores del gasto energético en actividades de diverso tipo durante las horas de vigilia. Para el cálculo del gasto energético diario total de esos niños, a cada uno de esos valores les fueron adicionados entonces los valores de la tasa metabólica en reposo y el gasto de energía para el crecimiento durante esos días de registro.

Cálculo de la tasa metabólica en reposo. A las horas de sueño de cada niño les fue asignado el valor de la tasa metabólica en reposo. Para su cálculo se utilizaron las ecuaciones de Schofield,⁶⁷ contenidas en el Informe FAO/OMS/UNU del año 1985: *Niñas*: $\text{TMR} (\text{kcal}\cdot\text{día}^{-1}) = 20.315 \cdot \text{Peso} (\text{en kg}) + 485.9$; y *Niños*: $\text{TMR} (\text{kcal}\cdot\text{día}^{-1}) = 22.706 \cdot \text{Peso} (\text{en kg}) + 504.3$; respectivamente. Estas ecuaciones son coincidentes con las establecidas por Henry y Rees en 1991 para niños residentes en regiones tropicales.⁶⁸

Ajuste por Energía para crecimiento: La cantidad de energía gastada en el crecimiento corporal durante esos 3 días de registro fue calculada con los datos del Comité de Expertos reunidos en el año 2005, y generados por los investigadores Butte, Roberts y Young. Los niños de 5-6 años de edad gastan $1.4 \text{ kcal}\cdot\text{kg}^{-1}$ de peso aumentado, para el valor de crecimiento corporal de 1.9 kg entre los 5 y 6 años de edad.

Estos datos fueron utilizados en la ecuación introducida en el *software* desarrollado por la Universidad de La Plata (UNLP), La Plata (Argentina) para el cálculo del gasto energético diario. Con este objetivo, los datos de cada uno de los niños, que fueron registrados por el monitor Actiheart®©, fueron limpiados previamente en cuanto a posibles errores de registro de forma individual; y cada uno de ellos fue introducido en el sistema de limpieza exhaustiva, el cual fue conducido por el *software*. Para ello, se requería de los datos de la frecuencia cardiaca mínima obtenida en reposo, y de la frecuencia cardiaca en reposo, sentados, la cual se obtuvo de las calibraciones.

Algunos niños tenían valores de frecuencia cardiaca manifiestamente bajos ($45-46 \text{ pulsaciones} \cdot \text{minuto}^{-1}$), los cuales no tienen una traducción fisiológica a esa edad. Cuando el programa realizó los cálculos con estos valores de FC, se obtuvieron resultados disparatados. Se sustituyó entonces el valor del FC en reposo, y el programa realizó de nuevo los cálculos con el nuevo valor. Los resultados del gasto energético total y el gasto energético ajustado obtenidos ahora se acercaron más a los valores esperados. Por consiguiente, solo se utilizaron valores de FC entre $40-230 \text{ pulsaciones} \cdot \text{minuto}^{-1}$. Para esta sustitución, se promediaron los 16 valores anteriores y posteriores a éste; y si el valor en cuestión superaba el valor equivalente a 1.75 del promedio anterior, entonces fue sustituido. Esta acción estaba integrada en el programa Cambridge de limpieza de datos que está contenido en el sensor Actiheart®©.

Los valores de registro de los sensores fueron calibrados con el niño en posición de reposo supina, sentado, realizando diversas actividades, y corriendo en una estera de movimiento a velocidades de 2, 4 y 6 $\text{km} \cdot \text{hora}^{-1}$; durante la asistencia de los niños

a la institución, una vez que había concluido el período programado de registro de datos.

Los valores de gasto energético en actividad física moderada o intensa ($0.10 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) coincidieron con los obtenidos en la calibración cuando los niños corrían en estera de movimiento a velocidades de $4-6 \text{ km} \cdot \text{hora}^{-1}$.

Procesamiento de los datos y análisis estadístico-matemático de los resultados: Los datos demográficos, antropométricos y metabólicos de los niños participantes en el estudio se almacenaron en un contenedor digital creado con EXCEL para OFFICE de WINDOWS (Microsoft, Redmon, Virginia, Estados Unidos). Las variables de interés se redujeron hasta estadígrafos de locación (media), dispersión (desviación estándar), y agregación (frecuencias absolutas/relativas/porcentajes), según el tipo de la variable.

Se evaluó la naturaleza de las diferencias en el gasto diario de energía, el nivel de AF y la tasa metabólica de reposo según el sexo del niño y el estado nutricional. Anticipando la no-normalidad de las variables de interés, se emplearon técnicas no paramétricas de análisis estadístico basadas en los rangos de las observaciones. El nivel de significación estadística utilizado para todos los análisis fue del 5% (o menor). Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 11.0 (SPSS Inc., New York, Estados Unidos).

RESULTADOS

En el estudio participaron 56 niños en edad preescolar. La Tabla 1 muestra las características demográficas y antropométricas de los participantes. Los valores de las variables antropométricas fueron independientes del sexo del niño.

Tabla 1. Características demográficas, antropométricas y metabólicas de los niños participantes en el estudio. Para cada característica se presentan el número y [entre corchetes] la frecuencia de niños incluidos dentro de la misma respecto del tamaño de la serie; o la media \pm desviación estándar de los valores obtenidos, según el tipo de la variable.

	Todos	Varones	Niñas
Tamaño	56 [100.0]	21 [37.5]	35 [62.5]
Edad, años	5.9 \pm 0.3	5.8 \pm 0.3	5.9 \pm 0.3
Talla, centímetros	117.8 \pm 6.2	118.6 \pm 5.5	117.0 \pm 6.5
Peso, kilogramos	24.5 \pm 4.2	25.2 \pm 3.5	23.9 \pm 4.5
IMC, kg.m ⁻²	17.3 \pm 1.9	17.7 \pm 1.9	17.1 \pm 1.9
Exceso de peso, IMC > +1.0 s	29 [51.8]	11 [52.4]	18 [51.4]
Puntaje Z para el IMC	+1.0 \pm 0.5	+1.0 \pm 0.6	+1.0 \pm 0.5
Tasa metabólica en reposo kcal.24 horas ⁻¹	1016 \pm 81	1086 \pm 94	946 \pm 73 [¶]
Nivel de actividad física	1.4 \pm 0.2	1.4 \pm 0.2	1.4 \pm 0.2
Gasto diario de energía, no ajustado Kcal.24 horas ⁻¹	1442 \pm 217	1544 \pm 162	1341 \pm 243 [¶]
Gasto diario de energía, ajustado kcal.kg ⁻¹ .24 horas ⁻¹	60 \pm 7	64 \pm 9	57 \pm 6 [¶]
Fracción del gasto energético diario que corresponde a la actividad física kcal.kg ⁻¹ .24 horas ⁻¹	18.5 \pm 6.9	19.7 \pm 7.6	17.2 \pm 6.5

[¶] p < 0.05

Tamaño de la serie de estudio: 56.

Fuente: Registros del estudio.

Los varones tuvieron un mayor gasto diario de energía (*Varones*: 1544 \pm 162 kcal.24 horas⁻¹ vs. *Niñas*: 1341 \pm 243 kcal.24 horas⁻¹; $\Delta = +203$; p < 0.05; test de Mann-Whitney para la comparación de muestras independientes); incluso después de ajustado según el peso corporal (*Varones*: 64 \pm 9 kcal.kg⁻¹.24 horas⁻¹ vs. *Niñas*: 57 \pm 6 kcal.kg⁻¹.24 horas⁻¹; $\Delta = +6$; p < 0.05; test de Mann-Whitney para la comparación de muestras independientes). Igualmente, los varones mostraron valores mayores de la tasa metabólica en reposo (*Varones*: 1086 \pm 81 kcal.24 horas⁻¹ vs. *Niñas*: 946 \pm 73 kcal.24 horas⁻¹; $\Delta = +141$; p < 0.05; test de Mann-Whitney para la comparación de muestras independientes). Sin embargo, los niveles de AF estaban reducidos significativamente en todos los niños,

independientemente del sexo, evidenciando así que el comportamiento de vida sedentario fue común a todos los preescolares estudiados.

La Tabla 2 muestra los valores de AF y gasto diario de energía de los varones, distribuidos según el fenotipo nutricional. Los varones con un peso corporal esperado para la talla tuvieron mayores valores del gasto diario de energía ajustado según el peso corporal: *Peso normal*: 72 \pm 9 kcal.kg⁻¹.24 horas⁻¹ vs. *Sobrepeso*: 55 \pm 8 kcal.kg⁻¹.24 horas⁻¹; $\Delta = +17$; p < 0.05 (test de Mann-Whitney para la comparación de muestras independientes). Igualmente, los varones con peso normal se destacaron por niveles elevados de AF (*Peso normal*: 1.5 \pm 0.2 vs. *Sobrepeso*: 1.3 \pm 0.1; $\Delta = +0.2$; p < 0.05 test de Mann-Whitney para la

comparación de muestras independientes). Por el contrario, los varones con peso normal mostraron valores menores de la tasa metabólica en reposo (*Peso normal*: 963 ± 42 kcal.24 horas⁻¹ vs. *Sobrepeso*: 1209 ± 123 kcal.24 horas⁻¹; $\Delta = -246$; $p < 0.05$ test de Mann-Whitney para la comparación de muestras independientes).

para la comparación de muestras independientes); a pesar de la menor tasa metabólica basal (*Peso normal*: 891 ± 39 kcal.24 horas⁻¹ vs. *Sobrepeso*: 1000 ± 94 kcal.24 horas⁻¹; $\Delta = -109$; $p < 0.05$; test de Mann-Whitney para la comparación de muestras independientes).

Tabla 2. Características antropométricas y metabólicas de los varones después de distribuidos según el fenotipo nutricional. Para cada característica se presentan el número y [entre corchetes] la frecuencia de varones incluidos dentro de la misma respecto del tamaño de la serie; o la media \pm desviación estándar de los valores obtenidos, según el tipo de la variable.

Característica	Varones		
	Todos	Con peso normal	Con Sobrepeso
Número de casos	21 [100.0]	10 [47.6]	11 [52.4]
Edad, años	5.8 ± 0.3	5.7 ± 0.2	5.9 ± 0.3
Talla, centímetros	118.6 ± 5.5	116.0 ± 6.0	121.2 ± 4.9 ¶
Peso, kg	25.2 ± 3.5	20.6 ± 1.7	29.8 ± 4.6 ¶
IMC, kg.m ⁻²	17.7 ± 1.9	15.2 ± 0.6	20.2 ± 2.6 ¶
Puntaje Z para el IMC	$+1.0 \pm 0.6$	-0.1 ± 0.5	$+2.1 \pm 0.7$ ¶
Tasa metabólica en reposo, kcal.24 horas ⁻¹	1086 ± 94	963 ± 42	1209 ± 123 ¶
Nivel de actividad física	1.4 ± 0.2	1.5 ± 0.2	1.3 ± 0.1 ¶
Gasto diario de energía, no ajustado Kcal.24 horas ⁻¹	1544 ± 162	1478 ± 174 ¶	1609 ± 150
Gasto diario de energía, ajustado kcal.kg ⁻¹ .24 horas ⁻¹	64 ± 9	72 ± 9.3	55 ± 8 ¶
Fracción del gasto energético diario que corresponde a la actividad física kcal.kg ⁻¹ .24 horas ⁻¹	19.7 ± 7.6	25.5 ± 8.9	14.0 ± 6.1 ¶

¶ $p < 0.05$. Test de Mann-Whitney para muestras independientes.

Tamaño de la serie de estudio: 21.

Fuente: Registros del estudio.

Finalmente, la Tabla 3 muestra los valores de AF y gasto diario de energía de las niñas, distribuidas según el fenotipo nutricional. De forma similar a lo observado con los varones, las niñas con peso normal también tuvieron un mayor gasto diario de energía ajustado según el peso corporal: *Peso normal*: 62 ± 7 kcal.kg⁻¹.24 horas⁻¹ vs. *Sobrepeso*: 53 ± 6 kcal.kg⁻¹.24 horas⁻¹; $\Delta = +9.3$; $p < 0.05$ (test de Mann-Whitney

Sin embargo, no se pudieron comprobar diferencias en el NAF de las niñas respecto del fenotipo nutricional (*Peso normal*: 1.4 ± 0.2 vs. *Sobrepeso*: 1.5 ± 0.2 ; $\Delta = -0.1$; $p > 0.05$; test de Mann-Whitney para la comparación de muestras independientes).

Tabla 3. Características antropométricas y metabólicas de las niñas después de distribuidas según el fenotipo nutricional. Para cada característica se presentan el número y [entre corchetes] la frecuencia de niñas incluidos dentro de la misma respecto del tamaño de la serie; o la media \pm desviación estándar de los valores obtenidos, según el tipo de la variable.

Característica	Niñas		
	Todas	Con peso normal	Con Sobrepeso
Número de casos	35 [100.0]	17 [48.6]	18 [51.4]
Edad, años	5.9 \pm 0.3	5.9 \pm 0.2	6.0 \pm 0.4
Talla, centímetros	117.0 \pm 6.5	115.0 \pm 6.0	119.0 \pm 7.0
Peso, kg	23.9 \pm 4.5	20.0 \pm 2.6	27.7 \pm 5.8
IMC, kg.m ⁻²	17.1 \pm 1.9	15.1 \pm 1.0	19.0 \pm 2.5 [¶]
Puntaje Z para el IMC	+1.0 \pm 0.5	+0.2 \pm 0.5	+1.7 \pm 0.5 [¶]
Tasa metabólica en reposo, kcal.24 horas ⁻¹	946 \pm 73	891 \pm 39	1000 \pm 94 [¶]
Nivel de actividad física	1.4 \pm 0.2	1.4 \pm 0.2	1.5 \pm 0.2
Gasto diario de energía, no ajustado Kcal.24 horas ⁻¹	1341 \pm 243	1231 \pm 207	1451 \pm 273
Gasto diario de energía, ajustado kcal.kg ⁻¹ .24 horas ⁻¹	57 \pm 6	62 \pm 7	53 \pm 6 [¶]
Fracción del gasto energético diario que corresponde a la actividad física kcal.kg ⁻¹ .24 horas ⁻¹	17.2 \pm 6.5	16.9 \pm 6.4	18.5 \pm 6.5

[¶] p < 0.05. Test de Mann-Whitney para muestras independientes.

Tamaño de la serie de estudio: 35.

Fuente: Registros del estudio.

DISCUSIÓN

Este trabajo ha mostrado los valores de NAF y gasto diario de energía obtenidos en niños cubanos preescolares mediante sensores que registran los cambios en la FC si ello ocurre como consecuencia de la actividad física paralelamente registrada por acelerometría. Así, se midió el gasto energético de una persona a partir de los cambios en la FC debido a la actividad física. Éste es un método no invasivo valioso en la estimación del gasto energético de individuos y poblaciones.

Sin embargo, la predicción de la actividad física (y por extensión, del gasto energético) pueden estar sujeta a influencias inespecíficas. Para este trabajo se dispusieron de sensores de última

generación que solo registran los cambios que ocurren en la FC debido a la actividad física del niño. De esta manera, se puede lograr un estimado más exacto del NAF y del gasto energético como para realizar inferencias importantes acerca de las relaciones entre el peso corporal, la obesidad, la actividad física y el gasto energético.

Este estudio destaca que los valores de NAF son similares en los niños estudiados, sin importar el sexo, cuando se hubiera anticipado que los varones mostrarán valores mayores de NAF. Hay que hacer notar que los valores de NAF fueron superiores en los varones con peso normal respecto de aquellos con sobrepeso. Luego, el patrón presente de AF medido en los preescolares estudiados por acelerometría y

frecuencia cardíaca evidencia un comportamiento sedentario similar al observado en los preescolares de países industrializados, donde la prevalencia de obesidad se ha incrementa de forma acelerada en las últimas décadas.⁶⁹⁻⁸⁵

Estudios anteriores han reflejado que la actividad física pudiera asociarse con el entorno urbano en que se desenvuelve el niño. Los valores de NAF obtenidos en niños cubanos que viven en comunidades rurales y poblados pequeños que están alejados de los grandes centros urbanos provinciales coinciden con los recomendados actualmente para la prevención desde la infancia del exceso de peso corporal, y con ello, las enfermedades crónicas no transmisibles asociadas.^{30,86-87}

Este trabajo se condujo con preescolares con sobrepeso. Los valores del puntaje Z para el IMC según la edad fueron, como promedio, de $+2.1 \pm 0.7$ desviaciones estándar en los varones; y $+1.7 \pm 0.5$ desviaciones estándar en las niñas. Podría esperarse después de la realización de un estudio de este tipo en niños de edad preescolar con valores del puntaje Z para el IMC concordantes con obesidad corporal que la frecuencia de sedentarismo sea aún más elevada que la observada en este trabajo.

El sobrepeso corporal en la población cubana mayor de 15 años de edad se incrementó en un 9.2% en los seis años transcurridos entre 1995 y 2011, momentos en los que se realizaron las tres Encuestas Nacionales de Factores de Riesgo y Enfermedades Crónicas por parte del Instituto Nacional de Higiene y Epidemiología y el Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos.⁸⁸⁻⁸⁹ Los datos SISVAN habían mostrado ya una prevalencia de sobrepeso corporal del 13.5% (definida como una relación P/T > 1 desviaciones estándar) en 6,428 niños

menores de cinco años de edad de todo el país al término del año 2002.⁸⁸

El incremento en la tasa nacional de obesidad se viene incubando desde hace ya tiempo. El Grupo Nacional de Crecimiento y Desarrollo de Cuba reportó una frecuencia de sobrepeso corporal del 10.1% en 2,373 niños menores de 5 años examinados en 1972.⁷⁰ Diez años después, en 1982, esta cifra había aumentado para llegar a ser del 14.9%, con 1,782 preescolares encuestados.⁸⁹ Estas cifras de prevalencia de obesidad en niños cubanos de edad preescolar son alarmantes por cuanto son similares a los valores que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha informado para otros países del mundo, y pone de evidencia una dimensión del estado de salud de la población cubana que requiere de acciones urgentes de intervención y prevención.

CONCLUSIONES

Los valores de NAF en niños de edad preescolar que asisten a círculos infantiles o preescolares de la ciudad de La Habana, y su comparación con los obtenidos en niños radicados en zonas rurales o poblados pequeños alejados de los centros urbanos provinciales, muestran que la urbanización, el estilo de vida, y los patrones culturales asociados a la vida urbana ejercen una influencia determinante sobre el patrón de actividad física. Los preescolares de La Habana no cumplen las recomendaciones vigentes de realización de actividad física de (al menos) moderada intensidad todos los días, y su patrón es semejante al de niños residentes en países altamente industrializados. Estos resultados muestran la necesidad urgente de programas y planes de intervención. Para que sea efectiva y duradera, la prevención del sobrepeso corporal y de enfermedades crónicas debe tener lugar desde la infancia temprana.

SUMMARY

ActiHeart® movement sensors used for measuring physical activity integrate records of cardiac frequency with those obtained by accelerometry from displacement, while disregarding wrong values that can be separately generated by either method. ActiHeart sensors® were used for measuring daily energy expenditure of 56 pre-school children (Girls: 62.5%; Age: 5.9 ± 0.3 years) every 15 seconds during three weekdays (one day of the weekend included in the measurement). Nutritional status of the child was qualified according with standards provided by the Centers for Diseases Control (Atlanta, United States). Total daily energy expenditure was higher in boys (Boys: 1544 ± 162 kcal.24 hours⁻¹ vs. Girls: 1341 ± 243 kcal.24 hours⁻¹; $p < 0.05$), even after adjusting for child's body weight (Boys: 64 ± 9 kcal.kg⁻¹.24 hours⁻¹ vs. Girls: 57 ± 6 kcal.kg⁻¹.24 hours⁻¹; $p < 0.05$). Higher daily energy expenditure in boys might be caused by a higher resting metabolic rate (Boys: 1086 ± 94 kcal.24 hours⁻¹ vs. Girls: 946 ± 73 kcal.24 hours⁻¹; $p < 0.05$). Level of physical activity (LPA) was similar for either sex. Normal weight boys had higher values of energy expenditure (Normal weight: 72 ± 9 kcal.kg⁻¹.24 hours⁻¹ vs. Overweight: 55 ± 8 kcal.kg⁻¹.24 hours⁻¹; $p < 0.05$) and LPA (Normal weight: 1.5 ± 0.2 vs. Overweight: 1.3 ± 0.1 ; $p < 0.05$) and lower basal metabolic rates (Normal weight: 963 ± 42 kcal.24 hours⁻¹ vs. Overweight: 1209 ± 123 kcal.24 hours⁻¹; $p < 0.05$). Normal weight girls also had a higher energy expenditure and a lower basal metabolic rate. However, LPA in girls was independent from body weight. Measurement of energy expenditure by means of ActiHeart® might be an effective tool for diagnosis and intervention in obesity in Cuban child population. Hernández Triana M, Ruiz Álvarez V, Viera Casiñol C, Morea G, Bustamante D, Díaz Sánchez ME, Arocha Oriol C, Díaz Domínguez M, Wong Ordoñez I, Puentes I. Energy expenditure in physical activity of pre-school children measured by means of ActiHeart® sensors. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2014;24(1):88-105. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.

Subject headings: Pre-school children / Accelerometry / Cardiac frequency / Obesity / Physical activity.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jago R, Baranowski T, Baranowski JC, Thompson D, Greaves KA. BMI from 3-6 y of age is predicted by TV viewing and physical activity, not diet. *Int J Obes* 2005;29:557-64.
2. Katzmarzyk PT, Baur LA, Blair SN, Lambert EV, Oppert JM, Riddoch C. Expert panel report from the International Conference on Physical Activity and Obesity in Children, 24-27 June 2007, Toronto, Ontario: Summary statement and recommendations. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008;33:371-88.
3. Horgan G. Healthier lifestyles. Exercise for children. *J Fam Health Care* 2005; 15:15-7.
4. Fisher K. Government initiatives to tackle the obesity epidemic. *Nurs Times* 2005;101:23-4.
5. Sothorn MS. Obesity prevention in children: Physical activity and nutrition. *Nutrition* 2004;78:704-8.
6. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Division of Nutrition and Physical Activity. Promoting physical activity: A guide for community action campaign. [Sitio de internet] 1999. Disponible en: <http://www.cdc.gov>. Fecha de la última visita: 20 de julio del 2013.
7. Physical Activity Guidelines Advisory and Committee. Physical activity guidelines advisory committee report. US Department of Health and Human Services. Washington DC: 2008. 683 pages.

8. Moya M. An update in prevention and treatment of pediatric obesity. *World J Pediatr* 2008;4:173-85.
9. Al-Nakeeb Y, Duncan MJ, Lyons M, Woodfield L. Body fatness and physical activity levels of young children. *Ann Hum Biol* 2007;34:1-12.
10. Campbell KJ, Hesketh KD. Strategies which aim to positively impact on weight, physical activity, diet and sedentary behaviours in children from zero to five years. A systematic review of the literature. *Obes Rev* 2007;8:327-38.
11. Matton L, Thomis M, Wijndaele K, et al. Tracking of physical fitness and physical activity from youth to adulthood in females. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:1114-20.
12. Twisk JW, Kemper HC, van Mechelen W. Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:1455-61.
13. Toschke AM, Rückinger S, Böhler E, Von Kries R. Adjusted population attributable fractions and preventable potential of risk factors for childhood obesity. *Public Health Nutr* 2007;10:902-6.
14. de Onis M, Bloessner M. The WHO Global Database on Childgrowth and Malnutrition: Methodology and applications. *Int J Epidemiol* 2003;32:518-26.
15. Uauy R, Albala C, Kain J. Obesity Trends in Latin America: Transiting from Under- to Overweight *J Nutr* 2001;131:893-9.
16. US Department of Health and Human Services. US Department of Agriculture. Dietary Guidelines for Americans [sitio de internet] 2005. Disponible en: www.healthierus.gov/dietaryguidelines. Fecha de última visita: 7 Junio del 2013.
17. US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Division of Nutrition and Physical Activity. Promoting physical activity: A guide for community action. Physical Activity for Everyone: Recommendations: Are there special recommendations for young people? [sitio de internet] 2005. Disponible en: <http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/physical/recommendations/young.htm>. Fecha de última visita: 5 de Junio del 2013.
18. Becker W. New Nordic nutrition recommendations 2004. Physical activity as important as good nourishing food. *Lakartidningen* 2005;102:2757-8.
19. Living healthy. Canada's Guide to Healthy Eating and Physical Activity. [sitio de internet] 2004. Disponible en: <http://www.eatwellbeactive.gc.ca>. Fecha de última visita: 20 de Junio del 2013.
20. British Heart Foundation Statistics Website. Physical activity in children. England [sitio de internet] 2005. Disponible en: <http://www.heartstats.org/datapage>. Fecha de última visita: 26 de Mayo del 2013.
21. Centers for Disease Control and Prevention. Promote lifelong physical activity among young people, risk behavior surveillance- United States. *Morb Mortal Wkly Rep* 1997;46:1-36.
22. Morales Ruán MC, Hernández Prado B, Gómez Acosta LM, Shamah Levy T, Cuevas Nasu L. Obesity, overweight, screen time and physical activity in Mexican adolescents. *Salud Pública Mex* 2009;51(4 suppl):613S-620S.

23. Troiano RP, Berrigan B, Dodd KW, Mañasse LC, Tillet T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:181-8.
24. US Department of Health and Human Services. *Healthy People 2010: Understanding and Improving Health*. Second Edition. US Government Printing Office. Washington DC: 2000. 76 pages.
25. World Health Organization. *Young People's Health in Context. Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC) Study: International Report from the 2001/2002 Survey*. Copenhagen: 2004. World Health Organization Press. 250 pages.
26. World Health Organization. *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. Geneva: 2006. World Health Organization Press. 18 pages.
27. Council on Sports Medicine and Fitness, Council on School Health. *Active healthy living: prevention of childhood obesity through increased physical activity*. *Pediatrics* 2006;117:1834-42.
28. Hoehner CM, Soares J, Parra Perez D, Ribeiro IC, Joshi CE, Pratt M, *et al*. Physical activity interventions in Latin America: A systematic review. *Am J Prev Med*. 2008;34:224-33.
29. Kahn EB, Ramsey LT, Brownson RC, Heath GW, Howze EH, Powell KE, *et al*. The effectiveness of interventions to increase physical activity: A systematic review. *Am J Prev Med* 2002;22:73-107.
30. Hernández M, Salazar G, Díaz E, Sánchez V, Basabe B, González S, *et al*. Total energy expenditure by the doubly-labeled water method in rural preschool children in Cuba. *Food Nutr Bull* 2002;23(3 Suppl):S76-S81.
31. Hernández-Triana M. Fitness vs. Obesity in Cuban children: Battling the biases of gender and geography. *MEDICC Rev* 2010;12(2):48.
32. Hernandez-Triana M, Ruiz-Alvarez M, Diaz-Sanchez ME, Viera-Cosiñol C, Hernandez-Hernandez H, Pita-Rodriguez G, Cabrera A, Puentes I. Body fat and inflammation in Cuban school children. *Ann Nutr Metab* 2013;63(suppl 1):1179.
33. Jiménez S, Rodríguez A, Selva I. Sobrepeso en preescolares cubanos. Un análisis de la vigilancia nutricional pediátrica mediante sitios centinela. *Rev Española Nutr Comunitaria*. 2004; 10:70-3.
34. Hernández-Triana M, Jiménez-Acosta S, Díaz-Sánchez ME, Rodríguez-Suárez A. Double burden of malnutrition in Cuba. *Am J. Clin Nutr* 2014. Record number: AJCN/2014/083774. Submitted to publication. S14012 (06). May 2014.
35. Fernández-Britto JE, Barriuso A, Chiang MT, Pereira A, Toros H, Castillo JA, *et al*. La señal aterogénica temprana: Estudio multinacional de 4 934 niños y jóvenes y 1 278 autopsias. *Rev Cubana Invest Biomed* 2005;24(3):0-0. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002005000300002&lng=es&nrm=iso. Fecha de última visita: 12 de Abril del 2014.
36. Licea ME, Bustamante M, Lemane M. Diabetes tipo 2 en niños y adolescentes: aspectos clínico-epidemiológicos, patogénicos y terapéuticos. *Rev Cubana Endocrinol* 2008;19(1):0-0. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532008000100007&lng=es&nrm=iso. Fecha de última visita: 12 de Abril del 2014.

37. Pacheco Torres L, Piñeiro Lamas R, Fragoso Arbelo T, Valdés Alonso MC, Martínez R. Hígado graso no alcohólico en niños obesos. *Rev Cubana Pediatr* 2006;78(1):0-0. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312006000100002&lng=es&nrm=iso. Fecha de última visita: 12 de Abril del 2014.
38. Bailey RC, Olsen J, Pepper SL, Porszasz P, Barstow TJ, Cooper DM. The level and tempo of children's physical activities: An observational study. *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1033-41.
39. Sallis B. Self-report measures of children's physical activity. *J School Health* 1991;61:215-9.
40. Rennie KL, Rowsell T, Jebb SA, Rolburn D, Wareham NJ. A combined heart rate and movement sensor: Proof of concept and preliminary testing study. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:409-14.
41. Treuth MS, Adolph AL, Butte NF. Energy expenditure in children predicted from heart rate and activity calibrated against respiration calorimetry. *Am J Physiol* 1998;275:EI2-8.
42. Eston RG, Rowlands AV, Ingledeew DK. Validity of heart rate, pedometer, and accelerometry for predicting the energy cost of children's activities. *J. Appl. Physiol* 1998;84:362-71.
43. Trost S, Ward DS, Moorehead SM, Watson PD, Riner W, Burke JR. Validity of the computer and science and applications (CSA) activity monitor in children. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:629-33.
44. Ekelund U, Sjostrom M, Yngve A. Physical activity assessed by activity monitor and doubly labelled water in children. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33:275-81.
45. Freedson P, Melanson E, Sirard J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:777-81.
46. Harrell JS, McMurray RG, Baggett CD, Pennell MI, Pearce PF, Bangdiwala SI. Energy costs of physical activities in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2005;37:329-36.
47. Haskell WL, Yee ME, Evans A, Irby PJ. Simultaneous measurement of heart rate and body motion to quantify physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25:109-15.
48. Haymes, E. M., and W. E. Byrnes. Walking and running energy expenditure estimated by caltrac and indirect calorimetry. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25:1365-9.
49. Hills A, Parker A. Locomotor characteristics of obese children. *Child Care Health Dev* 1992;18:29-34.
50. Lamonte, M., and B. Ainsworth. Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(6 Suppl):S370-S378.
51. Li R, Deurenberg P, Hautvast J. A critical evaluation of heart rate monitoring to assess energy expenditure in individuals. *Am J Clin Nutr* 1993; 58:602-7.
52. Livingstone MB, Coward WA, Prentice AM. Daily energy expenditure in free-living children: comparison of heart-rate monitoring with the doubly labelled water (2H2(18)O) method. *Am J Clin Nutr* 1992;56:343-52.
53. Roemmich JN, Gurgol CM, Epstein LH. Influence of an interpersonal laboratory stressor on youth's choice to be physically active. *Obes Res* 2003; 11:1080-7.

54. Green JA, Halsey LG, Wilson RP, Frappell PB. Estimating energy expenditure of animals using the accelerometry technique: Activity, inactivity and comparison with the heart-rate technique. *J Exp Biol* 2009; 212(4):471-82.
55. Livingstone, M. B., P. J. Robson, and M. Totton. Energy expenditure by heart rate in children: an evaluation of calibration techniques. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32:1513-9.
56. Brage S, Brage N, Franks PW. Branched equation modeling of simultaneous accelerometry and heart rate monitoring improves estimate of directly measured physical activity energy expenditure. *J Appl Physiol* 2004;96:343-51.
57. Brage S, Brage N, Franks PW, Ekelund U, Wareham NJ. Reliability and validity of the combined heart rate and movement sensor Actiheart. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59:561-70.
58. Brage S, Ekelund U, Brage N, Hennings MA, Froberg K, Franks PW, Wareham NJ. Hierarchy of individual calibration levels for heart rate and accelerometry to measure physical activity. *J Appl Physiol* 2007;103:682-92.
59. Corder K, Brage S, Wareham NJ, Ekelund U. Comparison of PAEE from Combined and Separate Heart Rate and Movement Models in Children. *Med Sci Sport Excer* 2005;37:1761-7.
60. Zakeri IF, Adolph AL, Puyau MR, Vohra FA, Butte NF. Application of cross-sectional time series modeling for the prediction of energy expenditure from heart rate and accelerometry. *J Appl Physiol* 2008;104:1665-73.
61. Zakeri IF, Adolph AL, Puyau MR, Vohra FA, Butte NF. Multivariate adaptive regression splines models for the prediction of energy expenditure in children and adolescents. *J Appl Physiol* 2010;108:128-36.
62. World Medical Assembly, Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research on Human Beings, General Assembly, Scotland, 52nd edition. Geneva: 2000. Disponible en: http://www.upo.es/general/investigador/otri/otri_docu/pn/Decl_Helsinki.pdf. Fecha de última visita: 20 de Junio del 2013.
63. Weiner JA, Lourie JA. *Practical Human Biology*. Academic Press. London: 1981.
64. Lohman TG, Roche A, Martorell R. *Anthropometric standardization reference manual*. Human Kinetics Books. Primera Edición. Champaign, Illinois: 1988.
65. Díaz Sánchez ME. *Manual de técnicas antropométricas para estudios nutricionales*. INHA Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. La Habana: 2005. 20 páginas.
66. NCHS/WHO international reference data for the weight and height of children. *Global Database on Child Growth and Malnutrition*. [Sitio en internet] 2005. Disponible en: <http://www.who.org>. Fecha de última visita: 12 de junio del 2013.
67. Schofield WN. Predicting BMR: New standard and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 1985;39c:5-41.
68. Henry CJK, Rees DG. New predictive equations for the estimation of basal metabolic rate in tropical peoples. *Eur J Clin Nutr* 1991;45:177-85.
69. Reilly JJ, Jackson DM, Montgomery C, Kelly LA, Slater C, Grant S, Paton J Y. Total energy expenditure and physical activity in young Scottish children: Mixed longitudinal study. *Lancet*. 2004; 363: 211-2.
70. Jackson DM, Reilly JJ, Kelly LA, Montgomery C, Grant S, Paton JY. Objectively measured physical activity in a representative sample of 3-4 year old children. *Obes Res* 2003;11:420-5.

71. Kelly LA, Reilly JJ, Grant S, Paton JY. Low physical activity levels and high levels of sedentary behaviour are characteristic of rural Irish primary school children. *Ir Med J.* 2005; 98: 138-41.
72. Hoos MB, Plasqui G, Gerver WJ, Westerterp KR. Physical activity level measured by doubly labeled water and accelerometry in children. *Eur J Appl Physiol* 2003;89:624-6.
73. Goran MI, Carpenter W, Poehlman ET. Total Energy Expenditures in 4-6-year-old-children. *Am J Physiol.* 1993; 264:706-11.
74. Fontvielle AM, Harper IT, Ferraro RT, Spraul M, Ravussin E. Daily energy expenditure by five-year-old children, measured by doubly labelled water. *J Pediatr* 1993;123:200-7.
75. Kaskoun MC, Johnson RK, Goran M. Comparison of energy intake by semiquantitative food-frequency questionnaires with total energy expenditure by the DLW-method in young children. *Am J Clin Nutr* 1994; 60:43-7.
76. Goran MI, Kaskoun MC, Johnson RK, Martinez C, Kelly B, Hood V. Energy expenditure and body fat distribution in Mohawk children. *Pediatr* 1995;95: 89-95.
77. Davies PSW, Coward W.A, Gregory J, White A., Mills A. Total energy expenditure and energy intake in the pre-school child: a comparison. *Br J Nutr* 1994;72:13-20.
78. Davies PS, Gregory J, White A. Energy expenditure in children aged 1.5 to 4.5 years: a comparison with current recommendations for energy intake. *Eur J Clin Nutr* 1995;49:360-4.
79. Goran MI, Gower BA, Nagy TR, Johnson RK. Developmental changes in energy expenditure and physical activity in children. Evidence for a decline in physical activity in girls before puberty. *Pediatr* 1998;101:887-91.
80. Black AE, Coward WA, Cole TJ, Prentice AM. Human energy expenditure in affluent societies: An analysis of 574 doubly labelled water measurements. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:72-92.
81. Torun B, Davies PSW, Livingstone MBE, Paolissi M, Spurr GB. Energy requirements and dietary energy recommendations for children and adolescents 1-10 years old. *Eur J Clin Nutr* 1996;50:37-81.
82. Food and Agriculture Organization. Human Energy Requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. FAO. Food and Nutrition Technical Report Series. Rome: 2001.
83. Salazar G, Diaz E. DLW Study in Chilean children 2000. *IAEA-NAHRES.* 2002;70.
84. Jiménez S, Díaz ME, Barroso I, Bonet M, Wong I. Estado nutricional de la población cubana adulta. *Rev Española Nutr Comunit.* 2005;11:18-26.
85. World Health Organization/Food and Agriculture Organization. Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. WHO. Geneva: 2003. Technical Report Series number 916.
86. Hernández-Triana M, Salazar G, Díaz E, González S, Ruiz V, Díaz ME, *et al.* Total energy expenditure and physical activity level of Cuban preschoolers measured by the doubly labeled water method. Proceedings of 18th International Congress of Nutrition. Durban, South Africa: 2005.

87. Hernández-Triana M, Salazar G, Díaz E, González S, Sánchez V, Basabe B, Díaz ME, Miranda M, Puentes I, Moreno R. Total energy expenditure by the doubly labelled water method in rural pre-school children in Cuba. Short communication. *Ann Nutr Metab* 2001; 45(Suppl I):352.
88. Jiménez S, Rodríguez A, Selva L, Martín E, González E, Pérez D. Sobre peso en preescolares cubanos. Un análisis de la vigilancia nutricional pediátrica mediante sitios centinela. *Rev Española Nutr Comunitaria* 2004; 10(2):70-3.
89. Esquivel M, Romero JM, Berdasco A, Gutiérrez JA, Jiménez JM, Posada E, *et al.* Estado Nutricional de preescolares de Ciudad de la Habana entre 1972 y 1993. *J Pub Hlth* 1997;5:349-54.