

Monograph

Capacidad del Brazaletes SenseWear® para Valorar un Cambio en el Gasto Energético en Niños que Permanecían Sentados o Parados

Mark E Benden, Lexie Mancuso, Hongwei Zhao y Adam Pickens

School of Rural Public Health, Texas A&M Health Science Center, College Station, Texas, Estados Unidos.

RESUMEN

Aumentar el nivel de actividad física en los niños de edad escolar se ha vuelto un método principal para combatir la tendencia creciente de obesidad en los niños. Como parte de un gran estudio de campo cuyo fin era evaluar el impacto del escritorio de pie sobre el gasto energético de los niños en la escuela, este estudio fue el primero en evaluar, en un ambiente de laboratorio controlado, el grado en que el Brazaletes SenseWear® es capaz de detectar un cambio en el gasto de energía en los niños mientras están sentados o están parados en un escritorio. Si el dispositivo es lo suficientemente sensible para descubrir las diferencias en el laboratorio, el equipo de investigación planea usarlo en un estudio escolar más grande. En este estudio participaron 21 niños de entre 7 y 10 años de edad. Los niños portaban el Brazaletes SenseWear® mientras permanecían sentados en un escritorio tradicional y mientras se encontraban de pie en un escritorio de pie con apoyo pies y con altura ajustada, 30 min cada vez. El gasto de energía medio obtenido en el escritorio donde permanecieron sentados fue $0,63 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$, tomando valores entre $0,39$ - $1,08$. El gasto de energía medio obtenido en el escritorio de pie fue $0,71 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ (con valores que iban de $0,40$ a $1,10$). Las comparaciones apareadas indicaron que el gasto de energía medio fue significativamente más alto cuando los sujetos permanecían de pie que cuando permanecían sentados ($P < 0,0001$). Por consiguiente, nosotros concluimos que el Brazaletes SenseWear® es lo suficientemente sensible para descubrir los cambios en el gasto de energía en niños de 7 a 10 años de edad mientras permanecen sentados o de pie. El uso del Brazaletes SenseWear® para evaluar los cambios leves en el gasto de energía en los niños es práctico y sensible.

Palabras Clave: IMC, escuela, obesidad en la niñez, escritorio

INTRODUCCION

Epidemia de Obesidad

El sobrepeso de niñez y la obesidad es un problema cada vez mayor. Los resultados recientes de la Encuesta de Evaluación de Nutrición y Salud Nacional (NHANES) de 2007-2008, revelaron que 16,9% de todos los niños de 2 a 19 años de edad eran obesos y 31,7% tenían sobrepeso (30). No sólo es un problema que estos porcentajes sean altos, si no que además los

mismos están aumentando. Al comparar los datos de NHANES 1976-1980 a NHANES 2003-2006 (Tabla 1), podemos observar que el predominio de obesidad ha aumentado en los niños en todos los intervalos de edades (8,31).

Edad(años)	NHANES (1976-1980)	NHANES (2003-2006)
2-5	5,0%	12,4%
6-11	6,5%	17,0%
12-19	5,0%	17,6%

Tabla 1. Predominio de obesidad según NHANES (1976-1980 y 2003-2006).

Termogénesis de la Actividad no Relacionada al Ejercicio

Aunque, a menudo la falta de actividad física está reconocida como un factor que contribuye con la obesidad, las investigaciones también señalan la importancia del gasto de energía (EE) durante las actividades no relacionadas al ejercicio (23,26). Casi un tercio del EE diario se explica a través de la termogénesis de la actividad, que está compuesta por la termogénesis de actividades relacionadas al ejercicio y “termogénesis de actividades no relacionadas al ejercicio” (NEAT) (23). La NEAT se define como el EE de toda la actividad física diferente a los ejercicios de tipo deportivo. Aunque el EE de NEAT puede parecer insignificante, los estudios de la termogénesis de actividades no relacionadas al ejercicio (NEAT) demuestran que un pequeño cambio puede ayudar a prevenir la obesidad porque una gran parte del gasto calórico proviene de NEAT (23, 24, 26). Por ejemplo, se ha demostrado que NEAT es un mediador en la resistencia al aumento de peso por sobrealimentación en adultos sedentarios, no obesos (24). Así dado que la ocupación es un determinante significativo para NEAT en los adultos, el ambiente en las escuelas puede ser también modificado para obtener probablemente el mismo efecto de prevenir la obesidad en los niños (23, 27). Una posibilidad es darles la opción a los niños de estar de pie en sus escritorios para promover más NEAT, a su vez, ayudar a prevenir un mayor aumento de peso e incidencia de obesidad.

Revisión del Brazalete SenseWear® (SWA)

Se han realizado estudios utilizando el SWA en adultos y niños. En adultos saludables, los estudios de validación (18, 29) por comparación con la calorimetría indirecta, confirmaron que el SWA es preciso y proporciona medidas exactas del EE en reposo. Cuando se lo comparó con el monitor IDEEA, el SWA arrojó diferencias no significativas en el EE medio para posturas y movimientos entre los que se incluían acostarse, sentarse, estar de pie y caminar (38). En un estudio (33) los sujetos realizaron las mismas actividades en días diferentes y los resultados demostraron que las mediciones del SWA eran altamente reproducibles. Algunos resultados sugieren que el SWA es más exacto para la determinación del EE diario de rutina comparado con aquellos que poseen niveles extremos de EE, como atletas (36).

Dado que la obesidad se asocia con una baja termogénesis de actividades no relacionadas al ejercicio (NEAT) y que NEAT puede aumentar al estar el sujeto de pie en un escritorio y no sentado (23), modificar el ambiente donde predominan las sillas, lo que ha facilitado un estilo de vida donde los niños permanecen sentados, parece ser una intervención prometedora contra la obesidad. A pesar de algunas diferencias en las estimaciones del EE, el SWA ha arrojado mejores resultados que dispositivos similares de medición del EE (21, 36, 38). En la práctica, ha demostrado ser una herramienta útil para las estimaciones del EE diario (36) y ha experimentado mejoras a lo largo del tiempo en la exactitud y utilidad de su *software* (14). Otros investigadores también encuentran que el SWA es un método exacto y confiable para estimar el EE. Después que los estudios del SWA demostraron por comparación con la calorimetría indirecta, una elevada confiabilidad para estimar el EE en los adultos (21, 29) y niños (1, 3); y por comparación con el agua doblemente marcada (DLW) una elevada confiabilidad para estimar el EE en adultos (36) y niños (2), el SWA fue utilizado en un estudio como el único dispositivo de medición de EE (35) y como método de referencia (6). Adicionalmente, en un estudio anterior realizado por Arvidsson et al. (2), los niños respondieron positivamente y mostraron preferencia para llevar el SWA, para que se les monitoree su actividad.

Aunque, en el estudio realizado por Arvidsson et al. (4), el SWA no detectó variaciones entre descansar en posición supina y estar sentado, con los algoritmos para niños, los algoritmos mejorados utilizados en el estudio de Calabro et al. (7) demostraron que el dispositivo es lo suficientemente sensible para detectar la diferencia entre el EE en reposo y el EE sentado. Con este reciente hallazgo sobre la sensibilidad del SWA en niños, y con los potenciales beneficios que mencionamos del EE generado al permanecer de pie, en lugar de estar sentado, realizamos este estudio para abordar estos temas. El propósito fue evaluar la sensibilidad del SWA en función de su capacidad para descubrir una diferencia intra-

sujeto entre el EE obtenido al permanecer sentados y el EE obtenido al permanecer de pie, en niños de 7 a 10 años de edad en condiciones controladas en un ambiente escolar simulado.

MÉTODOS

Sujetos

Luego de la aprobación del Comité de Revisión Institucional (IRB) de la Universidad A&M de Texas y del Comité de Investigación de la Estación Universitaria del Distrito Escolar Independiente (CSISD), se envió una carta de invitación, aprobada por IRB, para la participación en el estudio a los padres de los niños de edades entre 7 y 10 años que asistían a clases. Se reclutaron veintinueve sujetos (14 varones y 7 mujeres). Cada sujeto recibió una tarjeta del regalo de \$20 para asistir a funciones de estreno de Cine como compensación por su participación.

Procedimientos

El dispositivo de medición del EE que utilizamos en este estudio fue el *SenseWear® Pro 3*, N° de serie 7480991, (*Body Media, Inc., Pittsburgh, PA*). Éste es un dispositivo con varios sensores, el cual depende de los patrones de reconocimiento, y utiliza una serie de sensores no invasivos y características individuales del sujeto, para la estimación de EE a través de un algoritmo propietario específico para la edad y actividad. Las características individuales del sujeto utilizadas para determinar los cálculos de EE incluían género, edad, talla, peso, si eran zurdos o diestros y si el sujeto fumaba. El dispositivo contiene cinco sensores diferentes que son monitoreados 32 veces por segundo e incluye un acelerómetro de 2 ejes, flujo de calor, respuesta galvánica de la piel, temperatura de la piel y temperatura ambiental cercana al-cuerpo. Los acelerómetros de 2 ejes miden el movimiento y lo proyectan como fuerzas ejercidas en el cuerpo (37). El sensor de flujo de calor mide la cantidad de calor que el cuerpo disipa utilizando materiales térmicamente resistentes y una termocupla (37). Utilizando electrodos hipoalergénicos de acero inoxidable, el sensor de respuesta galvánica de la piel midió la conductividad eléctrica de la piel afectada por el sudor y los estímulos emocionales como un indicador de la pérdida de calor por evaporación (37). El sensor de temperatura superficial es una resistencia térmica. Mide la temperatura de la piel que refleja la temperatura central del cuerpo (37). La temperatura cercana al cuerpo mide la temperatura de la cubierta del costado del brazalete (37) y, según el fabricante, la combina con la temperatura de la piel para determinar la temperatura del ambiente alrededor del sujeto.

Se utilizó la Correa de Velcro Ajustable de BodyMedia, Inc., Pittsburgh, PA del *SenseWear®* para fijar el dispositivo a los sujetos. Para obtener las características descriptivas de cada sujeto, se utilizó una balanza y un estadiómetro. La balanza utilizada fue la BF-679W con Monitor de Grasa Corporal y de % de Agua Corporal, (*Tanita Corporation, Arlington Heights, IL*). El estadiómetro utilizado fue el *HM200P Portstad*, (*Seca Corporation, Hannover, MD*). Durante las etapas del estudio, los sujetos usaron un escritorio de asiento (*Safco® desk, Safco Products Company, New Hope, MN*), una silla (*Chair, 9000 classic series, Virco, Torrance, CA*), y un escritorio de pie (Banco de pie *Prototype* con apoya pies que fue desarrollado por los investigadores a partir de un arquetipo de escritorio de *Artco-Bell Inc., Temple, TX*). Durante las actividades de los segmentos del estudio, los sujetos usaron una computadora de escritorio (*OptiPlex 755, Dell Inc., Rock Redondo, TX*), monitor (*2408WFP Monitor Pantalla Plana, 2408WFPb, Dell Inc., Round Rock, TX*), y mouse (*Mouse Optico USB con dos botones, Parte #XN966, Dell Inc., Round Rock, TX*). Los investigadores utilizaron un cronómetro digital (*Cronómetro Digital Sunbeam® , Robinson Home Products Inc., Buffalo, NY*) para cronometrar los segmentos.

Los datos fueron analizados con la misma computadora Dell con un sistema operativo de Microsoft® (*Microsoft® Windows® XP Profesional, 5,1.2600, Redmond, WA*). El software usado para el análisis de los datos fue el software Profesional *SenseWear®*, Versión 6,1.0.1528 (inglés), *BodyMedia, Inc., Pittsburgh, PA*; *Microsoft® Office Excel® 2007 (12.0.6514.5000) SP2 MSO (12.0.6425.1000)*, *Microsoft Corporation, Redmond, WA*; y *Stata®/IC 11.0 para Windows (32-bit)*, *StataCorp LP, College Station , TX*. Las sesiones de recolección de datos de los sujetos o tuvieron lugar en un día de la semana entre las 3 pm y 8 pm, o fueron realizadas durante el fin de semana entre las 8 am y 8 pm, dependiendo de la preferencia de los padres. El momento del día y el día de la semana no fueron controlados ya que la comparación está siendo realizada en el mismo niño (intra-sujeto), en el mismo día en el mismo período de tiempo. El estudio fue realizado en la Escuela de Salud Pública Rural en el Edificio del Laboratorio. En cada reunión, en todo momento se encontraban presentes los investigadores, el sujeto y al menos, uno de los dos padres.

Los procedimientos de estudio que se describen, fueron realizados consecutivamente durante una reunión de 1,5 hr en un mismo día. En el momento de arribar al laboratorio, se solicitó a los padres que firmaran un Formulario de Autorización Parental aprobado por IRB para autorizar a su niño a participar en el estudio. Luego de obtener el consentimiento del padre y del niño, el investigador colocó el SWA en la piel seca del brazo del niño explicándole que durante unos minutos el

dispositivo emitiría unos pitidos, vibraría y luego emitiría algunas otras señales sonoras. Se le avisó que el sonido era normal para que no se alarmara. El investigador ajustó al tamaño adecuado el dispositivo utilizando la correa elástica, ajustable de velcro, para que quedara posicionado cómodamente en el brazo y asegurara que los sensores se mantenían en contacto con la piel. El investigador tomó la precaución de no apretar excesivamente el brazaletes. Se consultó a los niños si el dispositivo les quedaba cómodo en el brazo, para determinar el ajuste apropiado necesario. El dispositivo fue colocado en la parte de atrás del brazo derecho, encima del músculo tríceps braquial en el medio entre el proceso del acromion y el proceso del olecranon. Esta decisión se tomó sobre la base de las recomendaciones del fabricante y de prácticas de investigadores anteriores que utilizaron el dispositivo. Una vez colocado correctamente en el sujeto, tomaba aproximadamente 5 min para que los sensores detectaran al sujeto y comenzaran con el registro de los datos.

Las características individuales de los sujetos fueron obtenidas para ser utilizadas el análisis de los datos y en los procedimientos del estudio. Se solicitó a los sujetos que se quitaran los calcetines, zapatos, y chaquetas a antes de colocarse en el estadiómetro *Seca* para determinar la estatura y, luego, se subieron a la balanza *Tanita* para determinar el peso corporal y el porcentaje de grasa corporal. También se midió la altura del codo en pie con un estadiómetro según el Diseño Ergonómico de Kodak para las Personas en el Trabajo (11). Después, se les permitió a los sujetos volver a colocarse sus calcetines, zapatos y chaqueta. Se registró la fecha del nacimiento de todos los sujetos, si eran zurdos o diestros y el género. Durante el estudio se seleccionaron dos programas de TV de una lista especificada para que los sujetos observaran mientras realizaban el estudio. Los padres podían seleccionar el programa de TV de una lista o permitir que sus niños elijan. La lista contenía programas de TV disponibles en línea para ver gratuitamente, la recomendación de guía parental de TV (sólo Y, Y7, y G) y los sitios web de donde se observaban los programas de TV. También se seleccionaron juegos en línea para jugar durante el estudio. Los niños recibieron un juego de sopa de letras de *eduplace.com* o un juego para identificar las diferencias de *uptoten.com*.

El estudio estuvo compuesto por tres segmentos (Tabla 2). El primer segmento tenía una duración de 30 min y el sujeto permanecía sentado en el escritorio *Safco* en la silla *Virco*. Una vez que el niño se sentaba en la silla, el investigador presionaba el botón *Timestamp/Status* en el SWA para indicar el principio del segmento en la condición sentados, comenzaba el cronómetro a medir 30-min, y comenzaban las actividades (descriptas después en esta sección). Se solicitó a los niños que se sentaran en la silla sin apoyarse en el escritorio. Durante este período de 30-min, el investigador ajustaba el escritorio de pie a la altura apropiada según la altura del codo del sujeto en descanso.

Segmentos	Duración	Actividades durante cada período
Sujetos Sentados	10 Min	Observaron Programas de TV
	10 Min	Jugaron juegos en línea
	10 Min	Observaron Programas de TV
Descanso	1 Min	Permanecieron Sentados
Sujetos de pie	10 Min	Observaron Programas de TV
	10 Min	Jugaron juegos en línea
	10 Min	Observaron Programas de TV

Tabla 2. Diseño del estudio.

El segundo segmento era un segmento de descanso. Durante este segmento no se recolectó ningún dato. Los sujetos permanecieron sentados en la silla durante por lo menos 1 min para tener una separación clara entre los segmentos de tiempo mientras se cargan los datos en el *software*. Durante este tiempo, el investigador intercambió el escritorio de asiento *Safco* con el escritorio de pie.

El tercer segmento tenía una duración de 30 min y los sujetos permanecieron de pie en el escritorio de pie (Figura 1). El investigador familiarizó a los niños con el escritorio y el apoya pies. Una vez que el niño estaba parado en el escritorio, el investigador presionó el botón *Timestamp/Status* del SWA para indicar el principio del segmento en que los niños permanecían de pie, se habilitó el cronómetro de 30-min y comenzaron las actividades (descriptas luego). Se solicitó a los niños que no se apoyaran en el escritorio y que utilizaran el apoya pies tal como se les enseñó.

Las actividades que los participantes realizaron durante los segmentos sentados y de pie eran las mismas. En cada actividad se utilizó una computadora. Dentro de los segmentos de 30-min había tres períodos de 10-min. Durante el primer período de 10-min, los sujetos observaron la primera parte de un programa de TV en internet. Luego el programa de TV fue detenido. Durante el segundo período de 10-min, los sujetos jugaron juegos de computadora en internet. Todos los

juegos eran controlados mediante el mouse y los niveles de intensidad eran bajos y similares entre los diferentes juegos optativos para mantener las comparaciones equivalentes. Durante el tercer período de 10-min, los sujetos miraron el último segmento del programa de TV en internet.



Figura 1. Modelo de demostración del escritorio de pie.

Este diseño de estudio utilizó segmentos de 30-min para cada actividad sobre la base de la función de los algoritmos de análisis de los datos del SWA. El algoritmo usa el patrón de señales de los 10 min previos y posteriores a cada minuto que está estimando, con el fin de predecir la actividad que el sujeto está realizando. Luego esta predicción se usa para determinar cual algoritmo específico de la actividad aplicar. Por consiguiente, según la recomendación del fabricante, los primeros 10 min y los últimos 10 min de actividad registrada por el SWA no se utilizan al momento de analizar los datos para obtener resultados exactos. Los datos analizados incluían el período de 10-min del medio y, por consiguiente, 10 datos en cada segmento para las estimaciones del EE minuto a minuto

Análisis Estadísticos

Utilizando los datos de nuestro estudio piloto realizado en *College Hills Elementary*, donde el EE medio para cada niño fue calculado para cada uno de los 5 días de recolección de datos mientras el niño estaba en su escritorio (6, 7) donde permanecía sentado o de pie. Las diferencias de EE medio, entre estar sentado y de pie variaron de -0,14 a 0,18. Las desviaciones estándares de estas diferencias variaron entre 0,15 y 0,32. Asumiendo una desviación estándar de 0,20 para el estudio actual, un grupo de 32 sujetos proporcionaría una potencia de 80% para detectar una diferencia de 0,10 entre los segmentos tratamiento y control, con un test-t de muestras apareadas de dos-colas con un nivel de alfa de 0,05. Por consiguiente, la meta inicial de reclutamiento era aproximadamente 30 sujetos.

Sin embargo, dado que la variabilidad de los datos en el estudio presente podía diferir significativamente del estudio de *College Hills*, después de que los datos fueron recolectados para los primeros 14 sujetos, se realizó un nuevo cálculo de la variabilidad de la muestra. Primero, se calculó el EE medio para cada estudiante sentado y de pie. Luego se calculó, la diferencia entre el EE medio en la posición sentado y de pie. Se computó la desviación estándar de estas diferencias a 0,05. Sobre la base de este cálculo, un grupo de 8 estudiantes habría aportado una potencia de 80% para detectar una diferencia de 0,10 entre los dos segmentos, con un test-t de muestras apareadas de dos colas con un nivel de alfa de 0,05. Por consiguiente, el objetivo final de reclutamiento fueron aproximadamente 8 sujetos. Un total de 21 sujetos participó en el estudio, 14 varones y 7 mujeres.

Se analizó el EE minuto-por minuto para cada sujeto con el *software* Stata durante el segundo período de 10-min de cada segmento con los niños sentados y de pie. Se calculó la variabilidad intra-sujeto a lo largo de las 10 mediciones. Se obtuvo el EE medio a lo largo de 10 min para cada niño en cada uno de los dos segmentos. En cada participante, se comparó el EE medio de la posición sentado con el EE medio de la posición de pie. La distribución de los datos fue comprobada mediante un histograma y un diagrama de cajas. Dado que no se observó ningún valor extremo/anormal, se realizó en primer lugar un test t-de muestras apareadas para verificar una diferencia significativa entre el EE mientras los niños estaban sentados

y de pie. A continuación se realizó un test de Wilcoxon de rangos con signos para confirmar los resultados, ya que los datos no parecían tener una distribución normal. Luego se realizó un análisis de regresión lineal múltiple para determinar si otras covariables afectaban o no las diferencias en EE en el estudio.

RESULTADOS

Los 21 sujetos aportaron datos completos en los segmentos donde permanecieron sentados y de pie. Todos los sujetos soportaron el procedimiento de buena gana y disfrutaron mientras participaban. En la Tabla 3 se presentan las características de los sujetos. Dieciséis sujetos tenían 7 años de edad, 1 tenía 8 años; 3 sujetos tenían 9 años y 1 tenía 10 años. Catorce sujetos eran varones y 7 eran mujeres. Catorce sujetos tenían peso normal (5to percentil > IMC < 85to percentil), 2 sujetos tenían sobrepeso (85to percentil \geq IMC < 95to percentil), y 5 sujetos eran obesos (IMC \geq 95to percentil).

	Todos los Participantes (N = 21) Media (DS)
Edad (años)	7,48 (0,93)
Peso (kg)	30,38 (8,98)
Talla (m)	1,30 (0,09)
IMC (kg·m ⁻²)	17,54 (2,87)
EE sentados (kcal·min ⁻¹)	0,63 (0,18)
EE de pie (kcal·min ⁻¹)	0,72 (0,19)

Tabla 3. Características físicas y EE de los participantes. IMC= Índice de masa corporal; EE= Gasto de energía.

El EE medio en la posición sentado promediado entre 21 sujetos fue 0,63 kcal, y tomaba valores de 0,39 a 1,08 en cada sujeto. El EE medio para la posición de pie fue 0,72 kcal, y tomaba valores de 0,40 a 1,10.

Se analizaron las desviaciones estándares individuales intra-sujeto y se demostró que la variabilidad global intra-sujeto era mayor para la postura de pie (Figura 2). La desviación estándar media intra sujeto fue 0,02 para el EE sentado y 0,09 para el EE de pie. Cuando se obtuvo el promedió de las 10 mediciones, el EE medio fue mayor en la postura en pie para cada participante aunque algunos sólo fueron marginalmente superiores como en el caso de los sujetos 1, 12, 17, y 19 (Figura 3). Este EE promedió a lo largo de 10 min fue la unidad para nuestro análisis primario.

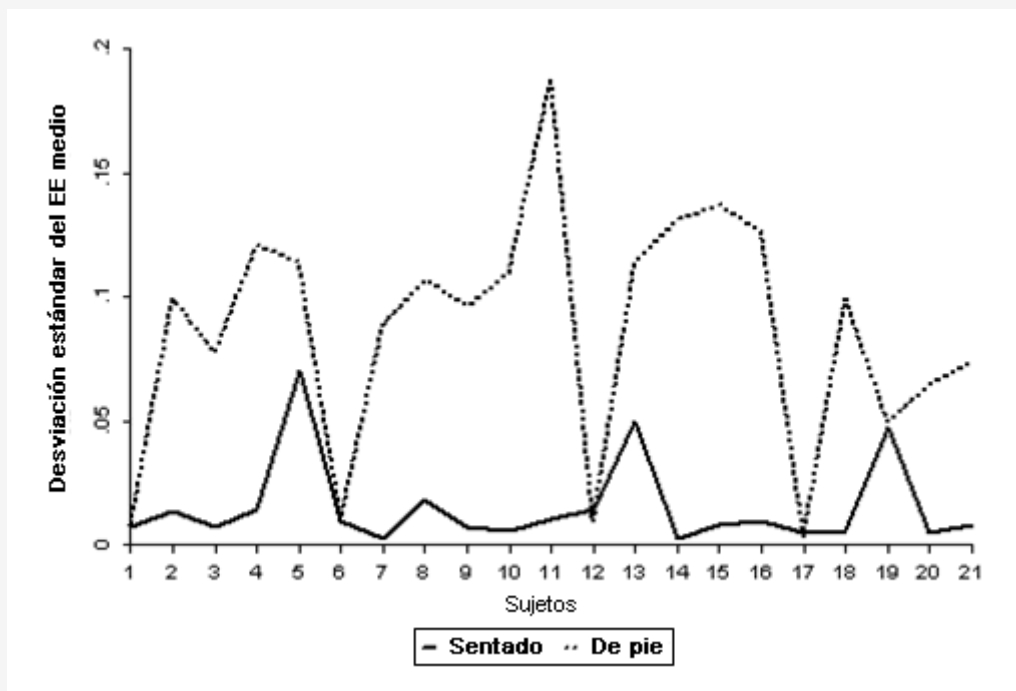


Figura 2. Desviación estándar del EE medio ($\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) intra-sujeto en 10 mediciones.

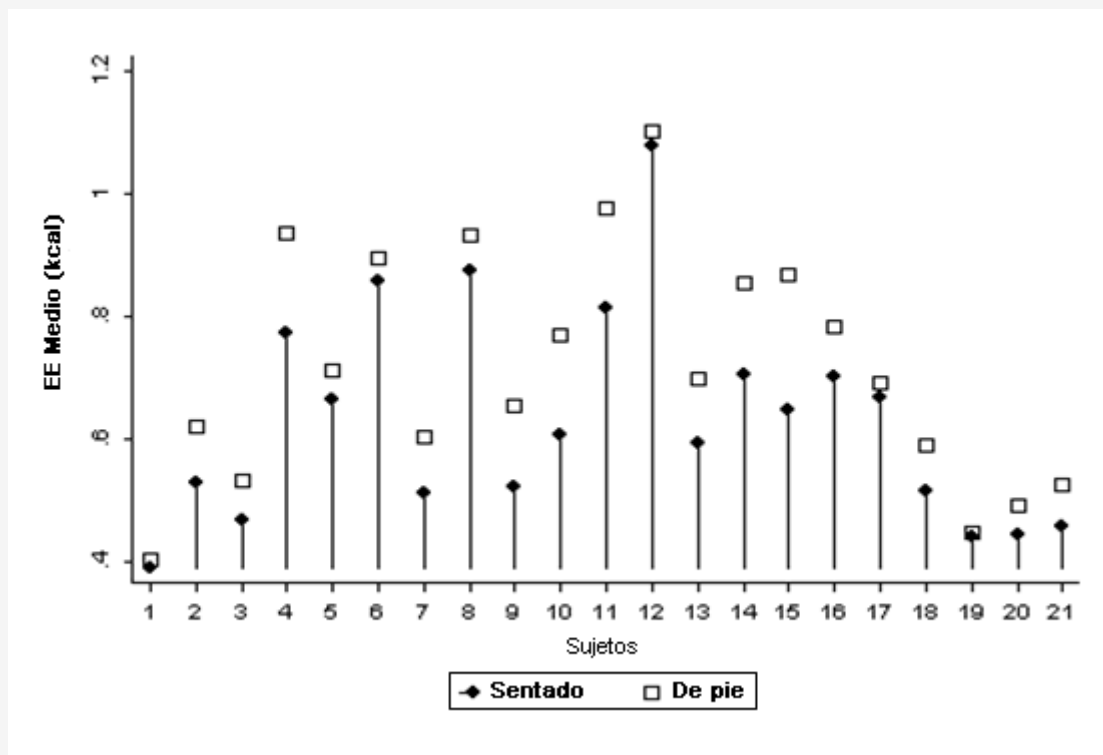


Figura 3. EE medio de las 10 mediciones para cada sujeto mientras se encontraba sentado o de pie.

Se calculó la diferencia entre el EE parado y sentado para cada sujeto y se observó que la desviación estándar para el valor de la diferencia era $0,06 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$. La distribución de los datos fue verificada mediante un histograma (Figura 4) y un diagrama de cajas. Del histograma en la Figura 5, las diferencias del EE medio en la posición sentado y parado no parecen seguir una distribución normal. Sin embargo, dado que el diagrama de cajas demostró que no había ningún valor extremo

obvio, primero se realizó un test-t de muestras apareadas y luego un test de Wilcoxon con rangos con signos para asegurar que las conclusiones eran correctas. Del test-t de muestras apareadas, la diferencia media obtenida fue 0,08 entre la posición sentada y la postura de pie. El valor de t fue 6,73 y el valor P de las dos colas era menor a 0,0001. Por consiguiente, se observó una diferencia estadísticamente significativa entre el EE sentado y el EE de pie. El test de Wilcoxon de rangos con signos también arrojó un valor-P inferior a 0,0001, confirmando que las diferencias entre el EE sentado y el EE de pie eran estadísticamente significativas. Esta diferencia significativa demuestra que el SWA es lo suficientemente sensible para detectar diferencias intra-sujeto en el EE estando los sujetos sentados y estando de pie, en niños de 7 a 10 años de edad en condiciones controladas en un ambiente escolar simulado.

El análisis de la regresión lineal múltiple se realizó para determinar si otras covariables afectaron la diferencia entre el EE sentado y el EE de pie. Las covariables que se analizaron fueron: tener sobrepeso o ser obeso contra tener peso normal, edad >7 versus edad = 7 y varón versus mujer. Aunque los varones presentaron una tendencia a tener una diferencia más grande en EE, ninguna covariable fue estadísticamente significativa (valor-P = 0,13 a 0,90).

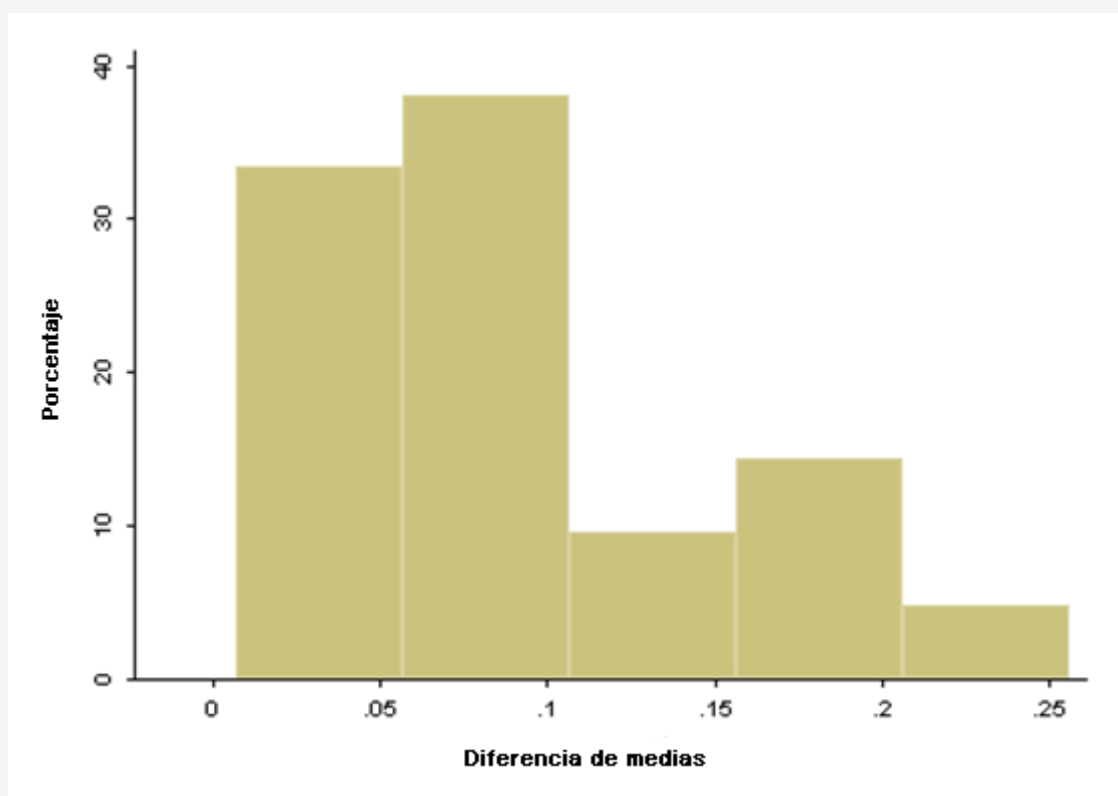


Figura 4. Histograma de las diferencias de gasto de calorías medio ($\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$).

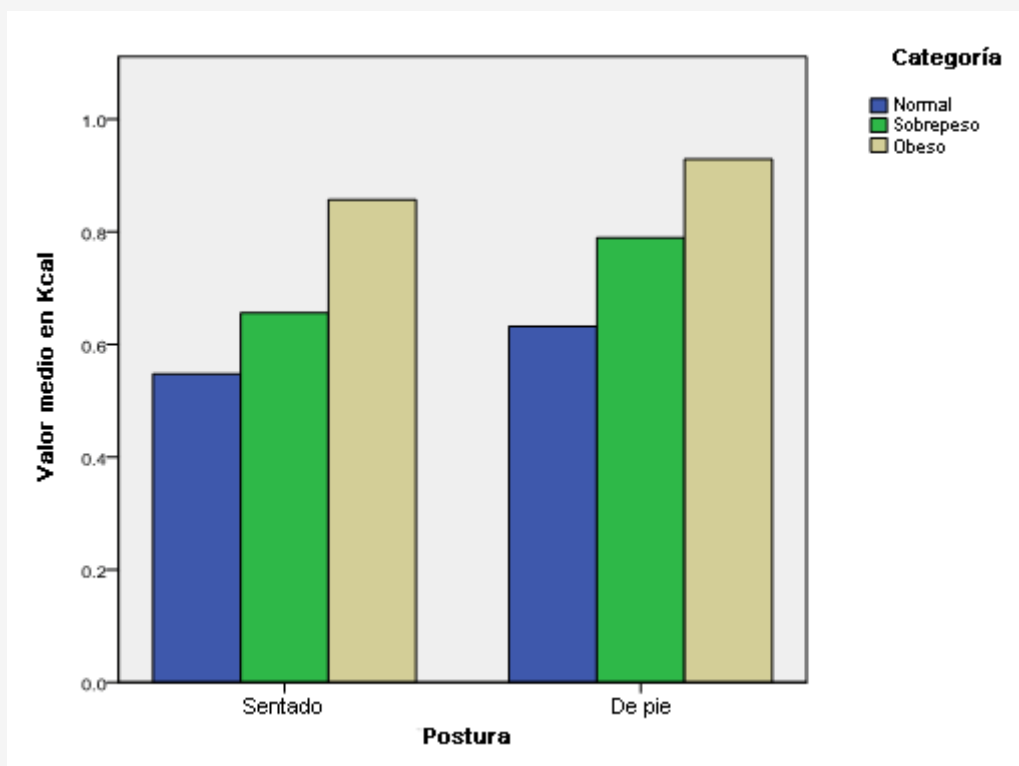


Figura 5. Comparación de EE medio en función de las categorías de índice de masa corporal (IMC) y postura.

DISCUSION

Este estudio comparó los valores medios del EE de estar sentado con el EE de estar de pie en niños de 7 a 10 años de edad. El estudio se realizó en un ambiente de laboratorio controlado para aislar el EE en posición sentados y de pie para que pudieran plantearse las comparaciones sobre la base de estos parámetros. Las actividades realizadas por los sujetos mientras estaban sentados y estando de pie fueron controladas. Sin embargo, aunque se les solicitó que no se apoyaran en los escritorios, se permitió que los sujetos se sentaran o estuvieran de pie del mismo modo en que lo harían naturalmente. A partir de estudios realizados en el pasado con los adultos (25, 38), suponíamos que los niños también tendrían un aumento en el EE al estar de pie en comparación con el EE sentados; la suposición del aumento en el EE se cumplió en el estudio actual. El dispositivo que se estaba evaluando, el SWA, demostró un nivel de sensibilidad lo suficientemente preciso para descubrir una diferencia al comparar el EE obtenido mientras estaban sentados con el EE mientras permanecían de pie. Los resultados de este estudio coinciden con los resultados de sensibilidad del SWA del estudio de Calabro et al. (7) para las lecturas del EE en descanso y sentados.

Dado que en los Estados Unidos la obesidad en la niñez está aumentando (8, 31) y que la obesidad en la niñez probablemente produce obesidad adulta (17), se necesitan estrategias de intervención para prevenir la obesidad en los niños. Las intervenciones de prevención han demostrado un potencial positivo para evitar el sobrepeso y la obesidad en la niñez (15). Los estudios previos han enfatizado la importancia de investigar la capacidad del SWA de estimar aumentos ligeros de EE por encima de los niveles de descanso (18, 32) para evaluar el EE en situaciones de sedentarismo donde las personas pasan mucho tiempo. Siguiendo la necesidad expresada en esos y otros estudios, este estudio se centró en la validez de usar el SWA para la valoración en los niños durante las actividades de baja intensidad. Dado que se observó que el dispositivo es lo suficientemente sensible para descubrir una diferencia en los cambios ligeros de EE en niños, es un preámbulo prometedor para estudios futuros relacionados a la obesidad en la niñez. Estos tipos de estudios incluyen una modificación medioambiental poco costosa, que podría contribuir potencialmente de manera positiva a reducir y prevenir la elevada incidencia de obesidad en la niñez.

Con respecto al EE, es mejor estar de pie porque las personas probablemente están más inquietas mientras están de pie, lo que aumenta su EE (26). Sobre la base de nuestra observación, los sujetos involucrados en este estudio cumplieron esta expectativa y muchos participantes se movieron más mientras estaban de pie. Además de solicitarles que no se apoyaran

en el escritorio, se les permitió moverse como normalmente lo harían y no se los estimuló para que lo hicieran ni se les llamó la atención para que dejaran de hacerlo. Los movimientos que se observaron en este estudio fueron cambiar el peso de un pie a otro, apoyar un pie en el apoyo pies y cambiar el pie que se apoyaba en el apoyo pies.

Con la sensibilidad probada de este dispositivo, el mismo podría ser utilizado también en estudios realizados para entender los beneficios de NEAT. Estos cambios simples en el ambiente que mencionamos previamente pueden aumentar la NEAT. Dado que una gran parte del EE está formado por la NEAT, estos cambios pueden ayudar a prevenir la obesidad (23, 24, 26). Dado que el factor principal para determinar el nivel de NEAT en los adultos es su ocupación (23, 27), podría ser beneficioso crear una expectativa de un ambiente donde se permanezca de pie/ sentado en el lugar de trabajo desde edad temprana. Se ha demostrado que los niños están aceptando tales cambios medioambientales (22). Esperamos que estos cambios en el aula produzcan un ambiente donde ser más activo sea lo normal a medida que los niños se transforman en adultos, en lugar del ambiente de la actualidad donde lo normal es estar sentado.

El uso del SWA en este estudio demostró que es posible utilizarlo con niños. Los niños aceptaron fácilmente el dispositivo y aceptaron llevarlo con gusto. El dispositivo cumplió las expectativas de ser no invasivo, cómodo y discreto al movimiento natural del cuerpo. Además, la transferencia de datos del dispositivo fue simple, al igual que el manejo del *software* y la exportación directa de los datos para un análisis rápido. Luego del uso del SWA en este estudio y con la prueba de validación de este estudio y de estudios anteriores en niños (1, 2, 7) y adultos (18, 20, 29, 33, 38), el SWA se recomienda para el uso en estudios futuros.

Una limitación de este estudio es que se necesita una mayor cantidad de sujetos para evaluar si las covariables como edad, género, categoría de IMC CDC, raza, nutrición y estado de ADD/ADHD afectan la diferencia de EE entre-sujetos en lugar de sólo intra-sujetos individuales. La Figura 5 muestra una de las distribuciones relativas de participantes a lo largo de las categorías de IMC CDC, pero debido al tamaño de la muestra, no contamos con conclusiones procesables. Otra limitación es que la participación en este estudio exigía que los padres de los sujetos tuvieran un medio de transporte para asistir a donde se realizó el estudio y que el niño y padre hablaran inglés. Por consiguiente, los niños con mejor nivel socioeconómico tenían mayor probabilidad de participar que los niños de menor nivel socioeconómico. Por último, este estudio comparó un pantallazo de un período de 10-min con los niños sentados y de pie. Las conclusiones planteadas asumen que los datos reflejan las 6 a 8 hr del día escolar. Por consiguiente, la cantidad de tiempo que los sujetos realizaron el estudio es una limitación. A partir de trabajos piloto en ámbitos escolares, está claro que los niños de la escuela primaria transcurren menos de un tercio de su día en su puesto de trabajo principal. En la escuela secundaria, los estudiantes pasan tres-cuartos de su día en un escritorio trabajando o escuchando disertaciones y, por consiguiente, la oportunidad para la exposición a esta intervención aumenta con el nivel de educación.

Conclusiones

Se demostró que el dispositivo era lo suficientemente sensible para detectar una diferencia entre el EE con el sujeto sentado y de pie, en niños de 7 a 10 años de edad en un ambiente controlado. El EE medio aumentó cuando los sujetos estaban de pie en comparación con el EE obtenido cuando permanecieron sentados. Otras covariables como edad, género, si los niños estaban acostumbrados a utilizar un escritorio de pie y la categoría de IMC CDC no afectaron significativamente las diferencias entre el EE sentado y el EE de pie. Estos resultados apoyan el uso de este dispositivo con niños en el futuro para evaluar los cambios en el EE. La última pregunta de si pequeños cambios medioambientales en el ámbito escolar pueden aportar una diferencia en el EE a lo largo de un día completo, todavía debe ser determinada.

Agradecimientos

Deseamos agradecer especialmente a los padres, maestros y estudiantes de CSISD que aportaron su tiempo y participación para realizar este estudio.

Dirección para Envío de Correspondencia

Benden, ME, PhD, CPE, 114 SRPH Admin Bldg. College Station Texas 77843-1266; mbenden@srph.tamhsc.edu.

REFERENCIAS

1. Andreacci JL, Dixon CB, Dube JJ, McConnell TR (2007). Validation of SenseWear Pro2 Armband to assess energy expenditure during treadmill exercise in children 7 - 10 years of age. *JEPonline* 2007;10(4):35-42
2. Arvidsson D, Slinde F, Hulthen L (2009). Free-living energy expenditure in children using multi-sensor activity monitors. *Clin Nutr*

3. Arvidsson D, Slinde F, Larsson S, Hulthen L (2007). Energy cost of physical activities in children: validation of SenseWear Armband. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(11):2076-2084
4. Arvidsson D, Slinde F, Larsson S, Hulthen L (2009). Energy cost in children assessed by multisensor activity monitors. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(3):603-611
5. Barlow SE (2007). Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics* 2007;120 Suppl 4:S164-92
6. Blake, J., Benden, M., Wendel, M (2010). Using stand/sit workstations in classrooms: Lessons learned from a pilot study in Texas. *accepted for publication, Dec 2010 in the Journal of Public Health Management and Practice*
7. Calabro MA, Welk GJ, Carriquiry AL, Nusser SM, Beyler NK, Mathews CE (2009). Validation of a computerized 24-hour physical activity recall (24PAR) instrument with pattern-recognition activity monitors. *J Phys Act Health* 2009;6(2):211-220
8. Calabro MA, Welk GJ, Eisenmann JC (2009). Validation of the SenseWear Pro Armband algorithms in children. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(9):1714-720
9. CDC National Center for Health Statistics, Health E-Stat (2010). Prevalence of overweight Among children and adolescents: United States, 2003-2006. [cited 2010 Jan 23]. Available from: http://cdc.gov/nchs/data/hestat/overweight/overwght_child_03.htm
10. CDC National Center for Health Statistics, Health E-Stat (2010). Prevalence of overweight, obesity and extreme obesity among adults: United States, trends 1976-80 through 2005-2006. [cited 2010 Jan 23]. Available from: http://cdc.gov/nchs/data/hestat/overweight/overweight_adult.pdf
11. Centers for Disease Control and Prevention (2010). Overweight and obesity. [cited 2010 Jan 23]. Available from: <http://www.cdc.gov/obesity/index.html>
12. Chengalur SN, Rodgers SH, and Bernard TE (2004). Ergonomic Design for People at Work . 2nd Edition. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.; 2004, 704 p
13. Dietz WH (1998). Health consequences of obesity in youth: childhood predictors of adult disease. *Pediatrics* 1998;101(3 Pt 2):518-525
14. Dorminy CA, Choi L, Akohoue SA, Chen KY, Buchowski MS (2008). Validity of a multisensor armband in estimating 24-h energy expenditure in children. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40(4):699-706
15. Dwyer TJ, Alison JA, McKeough ZJ, Elkins MR, Bye PT (2009). Evaluation of the SenseWear activity monitor during exercise in cystic fibrosis and in health. *Respir Med* 2009;103(10):1511-147
16. Flodmark CE, Marcus C, Britton M (2006). Interventions to prevent obesity in children and adolescents: a systematic literature review. *Int J Obes (Lond)* 2006;30(4):579-589
17. Freedman DS, Khan LK, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS (2001). Relationship of childhood obesity to coronary heart disease risk factors in adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 2001;108(3):712-718
18. Freedman DS, Mei Z, Srinivasan SR, Berenson GS, Dietz WH (2007). Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *J Pediatr* 2007;150(1):12-7 e2
19. Fruin ML, Rankin JW (2004). Validity of a multi-sensor armband in estimating rest and exercise energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(6):1063-1069
20. Hill JO, Wyatt HR, Reed GW, and Peters JC (2003). Obesity and the environment: where do we go from here?. *Science* 2003;299(5608):853-855
21. Jakicic JM, Marcus M, Gallagher KI, Randall C, Thomas E, Goss FL, Robertson RJ (2004). Evaluation of the SenseWear Pro Armband to assess energy expenditure during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(5):897-904
22. King GA, Torres N, Potter C, Brooks TJ, Coleman KJ (2004). Comparison of activity monitors to estimate energy cost of treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(7):1244-1251
23. Lanningham-Foster L, Foster RC, McCrady SK, Manohar CU, Jensen TB, Mitre NG, Hill JO, Levine JA (2008). Changing the school environment to increase physical activity in children. *Obesity (Silver Spring)* 2008;16(8):1849-1853
24. Levine JA (2007). Nonexercise activity thermogenesis--liberating the life-force. *J Intern Med* 2007;262(3):273-287
25. Levine JA, Eberhardt NL, Jensen MD (1999). Role of nonexercise activity thermogenesis in resistance to fat gain in humans. *Science* 1999;283(5399):212-214
26. Levine JA, Miller JM (2007). The energy expenditure of using a "walk-and-work" desk for office workers with obesity. *Br J Sports Med* 2007;41(9):558-561
27. Levine JA, Schleusner SJ, Jensen MD (2000). Energy expenditure of nonexercise activity. *Am J Clin Nutr* 2000;72(6):1451-1454
28. Levine JA, Vander Weg MW, Hill JO, Klesges RC (2006). Non-exercise activity thermogenesis: the crouching tiger hidden dragon of societal weight gain. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2006;26(4):729-736
29. Lloyd-Jones D, Adams RJ, Brown TM, et al (2010). Heart disease and stroke statistics--2010 update: a report from the american heart association . *Circulation* 2010;121(7):e46-e215
30. Malavolti M, Pietrobelli A, Dugoni M, Poli M, Romagnoli E, De Cristofaro P, Battistini NC (2007). A new device for measuring resting energy expenditure (REE) in healthy subjects. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2007;17(5):338-343
31. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, Lamb MM, Flegal KM (2010). Prevalence of high body mass index in US children and adolescents. 2007-2008. *JAMA* 2010;303(3):242-249
32. Ogden CL, Carroll MD, Flegal KM (2008). High body mass index for age among US children and adolescents. 2003-2006. *JAMA* 2008;299(20):2401-2405
33. Papazoglou D, Augello G, Tagliaferri M, Savia G, Marzullo P, Maltezos E, Liuzzi A (2006). Evaluation of a multisensor armband in estimating energy expenditure in obese individuals. *Obesity (Silver Spring)*. 2006;14(12):2217-2223
34. Patel SA, Benzo RP, Slivka WA, Scieurba FC (2007). Activity monitoring and energy expenditure in COPD patients: a validation study. *COPD* 2007;4(2):107-112
35. Serdula MK, Ivery D, Coates RJ, Freedman DS, Williamson DF, Byers T (1993). Do obese children become obese adults? A review of the literature. *Prev Med* 1993;22(2):167-177

36. Soric M, Misigoj-Durakovic M (2009). Physical activity levels and estimated energy expenditure in overweight and normal-weight 11-year-old children. *Acta Paediatr* 2009;99(2):244-250
37. St-Onge M, Mignault D, Allison DB, Rabasa-Lhoret R (2007). Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free-living adults. *Am J Clin Nutr* 2007;85(3):742-749
38. Teller A (2004). A platform for wearable physiological computing. *Interacting with Computers* 2004;16(5):917-937
39. Welk GJ, McClain JJ, Eisenmann JC, Wickel EE (2007). Field validation of the MTI Actigraph and BodyMedia armband monitor using the IDEEA monitor. *Obesity (Silver Spring)*. 2007;15(4):918-928
40. Whitaker RC, Wright JA, Pepe MS, Seidel KD, Dietz WH (1997). Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med* 1997;337(13):869-873

Cita Original

Benden M, Mancuso L, Zhao H, Pickens A. The Ability of the SenseWear® Armband to Assess a Change in Energy Expenditure in Children While Sitting and Standing. *JEPonline*;14(3):1-14,2011.