



REVISTA MEXICANA DE TRASTORNOS ALIMENTARIOS

MEXICAN JOURNAL OF EATING DISORDERS

<http://journals.iztacala.unam.mx/index.php/amta/>



ESTUDIO DEL CASO

Effect of the number of interruptions in the pattern of sedentary behavior on energy expenditure



Virginia Gabriela Aguilera Cervantes, Antonio López-Espinoza*,
Alma Gabriela Martínez Moreno, Claudia Llanes Cañedo,
Elia Herminia Valdés Miramontes, Fatima Ezzahra Housni,
Humberto Bracamontes del Toro, Maria Guadalupe Ruelas Castillo
y Zyanya Reyes-Castillo

Centro de Investigación en Comportamiento Alimentario y Nutrición (CICAN), CUSur, Universidad de Guadalajara-México, Guadalajara, México

Recibido el 13 de septiembre de 2015; aceptado el 20 de febrero de 2016
Disponibile en Internet el 18 de mayo de 2016

KEYWORDS

Sedentary behavior;
Energy expenditure;
Behavior patterns;
Activity

Abstract Sedentary behavior's role on health damage has been documented as a promoting factor of pathologies. Scientific evidence shows an increasing percentage of people with sedentary activity especially in large cities causing overweight, obesity, diabetes, hypertension etc. Effects of interrupting sedentary behavior periods with physical activity have been recently evaluated, demonstrating increases on energy expenditure. The objective of this experiment was to compare the effect of two interruption programs of sedentary behavior pattern on caloric expenditure. Participants were exposed to two interruption programs of sedentary behavior. For energy expenditure, heart monitors brand Beurer PM18 model used. First program consisted on 15-minutes periods of sedentary behavior followed by a 2.5 minutes walking break as physical activity. Second program consisted on periods of 30 minutes of sedentary behavior followed by a 5 minutes break of physical activity. Analysis used Student t test for paired samples showed a significant difference in caloric expenditure during sedentary behavior between program 1 and 2. Concluding that increasing the number of interruptions of periods of sedentary behavior has a direct effect on caloric expenditure.

All Rights Reserved © 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: antonio.lopez@cusur.udg.mx (A. López-Espinoza).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

PALABRAS CLAVE

Conducta sedentaria;
Gasto energético;
Patrones de
conducta;
Actividad

Efecto del número de interrupciones en el patrón de conducta sedentaria sobre el gasto energético

Resumen El papel de la conducta sedentaria sobre el deterioro del estado de salud ha sido ampliamente documentado como factor promotor de patologías. La evidencia científica demuestra que el porcentaje de personas que mantienen una actividad sedentaria aumenta en las grandes ciudades, y con ello el sobrepeso, la obesidad, la diabetes, la hipertensión, etc. Recientemente se ha evaluado el efecto de interrumpir los periodos de conducta sedentaria con actividad física, demostrando que con ello se aumenta el gasto energético. El objetivo del presente experimento fue comparar el efecto de 2 programas de interrupción del patrón de conducta sedentaria sobre el gasto calórico. Ocho alumnos universitarios se expusieron a 2 programas de interrupción de la conducta sedentaria. Para obtener el gasto energético se utilizaron monitores cardíacos de la marca Beurer modelo pm18. El primer programa consistió en periodos de 15 min de conducta sedentaria seguidos de una interrupción de 2.5 min de caminata como actividad física. El segundo presentó periodos de 30 min de conducta sedentaria seguidos de una interrupción de 5 min de actividad física. El análisis utilizando *t* de Student para muestras pareadas mostró que existe una diferencia significativa en el gasto calórico durante la conducta sedentaria entre el programa 1 y el 2. Se concluye que aumentar el número de interrupciones en los periodos de conducta sedentaria tiene un efecto directo sobre el gasto calórico.

Derechos Reservados © 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

Introducción

En la mayoría de los sistemas de salud a nivel mundial es ampliamente aceptado que la actividad física realizada de manera regular es una medida que previene el desarrollo de factores de riesgo para la salud. Esto aplica para todas las edades, géneros, diferencias étnicas y subgrupos socioeconómicos. Sin embargo, es necesario señalar que el tiempo destinado para realizar actividad física de manera planeada y estructurada es bajo; en contraparte, la tasa de obesidad continúa aumentando, amenazando la esperanza de vida de la población (Olshansky et al., 2005; Tremblay et al., 2011).

Históricamente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha expresado mediante publicaciones y boletines la importancia que tiene realizar actividad física cotidiana para la promoción de la salud. Dentro de los principios rectores de esta recomendación se ha señalado que la actividad física —del tipo, estructura o intensidad que sea— brinda invaluable beneficios durante las etapas del desarrollo y promueve la salud en la etapa adulta y la vejez (OMS, 1995, 2000). También se ha enfatizado el papel que la actividad física guarda como estrategia general para mantener la salud, y de manera particular como elemento para prevenir y controlar patologías (p. ej., obesidad, hipertensión, diabetes, etc.). Esto ha determinado su prioridad dentro de las políticas públicas en todos los niveles de gobierno de diferentes países. Por ello, en 2014 la OMS estableció la «Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud» como medida para generalizar la promoción de la salud mediante la actividad física y el control dietético. Esta medida ha sido establecida y adaptada a las circunstancias particulares de cada país y región del mundo (OMS, 2004).

Sin embargo, a más de 10 años de la instauración mundial de programas de promoción de salud con énfasis en

la actividad física por la OMS, los resultados obtenidos no son los esperados. Ejemplo de ello es el aumento en la tendencia del sobrepeso y de la obesidad mundial. Al respecto se ha señalado que en las últimas 3 décadas ningún país ha conseguido reducir las tasas de estas enfermedades, y con estos resultados es posible predecir que su incidencia seguirá en aumento, aunado a los problemas financieros y de salud pública que esto conlleva (Murray y Mg, 2014; Ng et al., 2014).

Actividad física

Es posible considerar el gasto energético total de un organismo a partir del gasto metabólico y del gasto calórico. El primero hace referencia a la energía que requiere un organismo para cubrir sus funciones vitales, y el segundo contempla las actividades que requieren un gasto de energía superior al de las necesidades metabólicas. Con ello es posible considerar que el gasto calórico está relacionado de manera directa con la actividad física, entendida como cualquier movimiento producido por el músculo esquelético que demande un gasto energético (Aguilera, Aranda, Ruelas y Mancilla, 2014; Caspersen, Powell y Christenson, 1985). Bajo esta conceptualización es necesario considerar que permanecer sentado también se considera como actividad física, ya que requiere el trabajo de los músculos para mantener la postura.

Si bien es cierto que la actividad física es considerada como la mejor alternativa para perder peso corporal —y con ello para el control y la prevención de la hipercolesterolemia, de la hipertensión, del sobrepeso, de la obesidad y de un sinnúmero de patologías—, es necesario considerar la relación bidireccional que existe entre la actividad física y la pérdida de peso; es decir, la actividad física tiene un

efecto directo sobre el peso corporal, ya que modifica el metabolismo, la velocidad de la pérdida de peso y la eficiencia metabólica, entre otros aspectos. Por otra parte, el peso corporal ejerce una influencia directa sobre la actividad física, ya que determina la velocidad, la resistencia, la cantidad, la frecuencia y la intensidad de la actividad física (Aguilera et al., 2014).

Adicional a esta relación, existen características propias de las personas como la edad, el sexo, la alimentación, la condición nutricional y física, etc., que condicionan tanto la pérdida de peso corporal como el tipo de actividad física que se puede desarrollar. Como ejemplo de ello, se ha demostrado que los varones tienden a disminuir de manera más rápida su peso corporal en comparación con las mujeres en iguales condiciones de actividad física (Anderson, Xu, Rebuffe-Scrive, Terning y Krotkiewski, 1991). Son estas diferencias sobre los efectos de la actividad física en las personas las que deben tomarse en cuenta, tanto por profesionales de la salud como por las personas sometidas a tratamiento por obesidad, con la finalidad de generar expectativas adecuadas con respecto al control de peso (Aguilera et al., 2014).

Partiendo del hecho de que la actividad física es cualquier movimiento producido por el músculo esquelético que genere un gasto energético, es necesario establecer una clasificación básica para delimitar el tipo de actividad física que se desarrolla. De acuerdo con la OMS (2012), para tal fin se utilizan los equivalentes metabólicos (MET) como medida de la intensidad de la actividad física. Un MET es definido como el costo energético de estar sentado en reposo o de manera tranquila, lo que a su vez equivale a consumir 1 kcal/kg/h. Partiendo de ello, es posible clasificar la actividad física de la siguiente manera: a) se habla de *actividad física baja o mínima* cuando el nivel de gasto energético es menor de 3 MET; a este nivel de gasto energético también se le conoce como inactividad o sedentarismo para fines prácticos, aunque este modo de referencia se debe entender bajo los parámetros anteriormente mencionados; b) se considera *actividad de intensidad moderada* cuando el consumo calórico es de 3 a 6 MET, y c) cuando la actividad es mayor a 6 MET se considera una *actividad vigorosa* (OMS, 2012).

Las recomendaciones para realizar actividad física emitidas por parte de la OMS (2012) señalan que los adultos de entre 18 y 64 años de edad requieren: 1) realizar un mínimo de 150 min semanales de actividad física aeróbica moderada (3-6 MET), o bien 75 min de actividad física aeróbica intensa (más de 6 MET), o bien una combinación de actividad moderada e intensa; 2) que la actividad aeróbica se practique en sesiones de 10 min de duración, como mínimo; 3) que a fin de obtener aún mayores beneficios para la salud, los adultos de este grupo aumenten hasta 300 min por semana la práctica de actividad física moderada o aeróbica, o bien hasta 150 min semanales de actividad física intensa aeróbica, o una combinación equivalente de actividad moderada e intensa, y 4) que 2 veces o más por semana se realicen actividades de fortalecimiento de los grandes grupos musculares (OMS, 2004).

Adicional a la reciente utilización del MET como unidad de medida para determinar la intensidad de la actividad, en el trabajo experimental de esta área de estudio se identificó desde sus inicios la dificultad técnica para controlar la frecuencia de los movimientos de los participantes en los

estudios científicos. Sin embargo, en la década de 1980 se propuso la teoría de los sistemas dinámicos aplicados a la motricidad humana, lo que permitió establecer un marco de referencia para comprender la coordinación de movimientos cíclicos que no podían ser explicados a partir de patrones motores generados por el sistema nervioso central. Una de las grandes aportaciones de esta teoría es el uso de estímulos ambientales como variables que controlan la frecuencia de la ocurrencia del movimiento, utilizando para ello un metrónomo o un sonido. Esta técnica permite controlar la frecuencia de la actividad física en grupos y, sumado a la utilización del MET, es posible establecer un adecuado control experimental (Torrents y Balagué, 2007).

Actividad sedentaria

El sedentarismo como fenómeno humano toma su papel histórico con el desarrollo de la agricultura. Es decir, al pasar de nómadas-cazadores-recolectores a sedentarios-agricultores-consumidores. Este proceso de transformación de la conducta social alimentaria se ha denominado «de la recolección al supermercado» (Martínez y López-Espinoza, 2009). Esto sin duda es un elemento de importancia para analizar y profundizar en la conceptualización de la conducta sedentaria.

Es necesario considerar que en el siglo pasado el concepto de conducta o actividad sedentaria hacía referencia a la comparación que un profesional de la salud realizaba entre el nivel de actividad física (p. ej., tiempo, tipo y frecuencia de ejercicio) que una persona en particular desarrollaba y el tiempo dedicado a ver televisión, a estar sentado, trabajando o descansando, lo que se denominaba estilo de vida sedentario o sedentarismo. Si bien es cierto que actualmente es más común utilizar el concepto de conducta sedentaria, una constante científica en el estudio de este fenómeno es la innumerable evidencia que demuestra la relación entre la conducta sedentaria y el desarrollo de múltiples patologías (Arakawa, 1996; Lichtenstein, 1985; Siegel, Brackbill y Heath, 1995; Teychenne, Costigan y Parke, 2015).

Respecto a la medición de la conducta sedentaria, con la incorporación y el uso de los equivalentes metabólicos (MET) como medida de la intensidad de la actividad física (Ainsworth et al., 1993, 2000) fue posible señalar con gran precisión que la actividad o la conducta sedentaria son las comprendidas entre 1 y 2.99 MET. Sin embargo, existen razonables objeciones para evitar calificar la vida o la actividad de una persona dependiendo de la intensidad de la actividad física desarrollada, medida en MET. Pate, O'Neill y Lobelo (2008) señalaron que es necesario considerar que las actividades que una persona desarrolla durante 24 h pueden incluir tanto conductas sedentarias o de actividad física mínima (descansar o trabajar sentado), actividad media intensa (caminar) y de actividad física vigorosa (sesión de ejercicio). Por tal motivo no es sensato «etiquetar» el nivel de actividad si solo se toma en cuenta una parte de un periodo de 24 h. Por ello, Pate et al. (2008) propusieron utilizar la *actigraph* (actigrafía), que es la representación gráfica por periodos de 24 h del tipo y nivel de actividad en MET que realiza una persona. Utilizando esta herramienta es posible establecer una caracterización con alto nivel de precisión

del patrón y nivel de actividad de una persona. La actigrafía permite diseñar planes de acciones sobre el patrón de actividad encaminados a mejorar y preservar la salud.

A pesar de los avances y de las aportaciones científicas que permiten caracterizar el nivel de actividad de una persona, el verdadero problema que enfrentamos es el alarmante aumento de la conducta sedentaria. De acuerdo con la OMS (2014), la inactividad física ocupa el cuarto lugar entre los factores de riesgo de mortalidad a nivel mundial. La OMS señaló que en el 2008 el 31% de la población mundial mantiene una conducta sedentaria o no suficientemente activa, y esto va en aumento año con año. Adicionalmente señaló que el porcentaje de personas con conducta sedentaria aumenta en relación con el grado de desarrollo de los países. A mayor ingreso per cápita, mayor es el porcentaje de inactividad. Al margen de la evidencia que muestra cuáles son las barreras, los problemas, las dificultades o los motivos para no realizar actividad física (Ceballos, Medina, Ochoa y Carranza, 2010; Reigal y Videra, 2010; Stern, 1983; OMS, 2016; Uribe-Bustos y Agudelo-Calderón, 2011), es posible señalar que el verdadero problema es el aumento del tiempo destinado a conductas sedentarias.

En este sentido Swartz, Squires y Strath (2011) realizaron un experimento para cuantificar el gasto energético al utilizar periodos de actividad física con diferentes duraciones al interrumpir periodos de conducta sedentaria de 30 min. El experimento fue vinculado con la hipótesis llamada «Interrupción del tiempo sedentario o de la conducta sedentaria» (*breaks in sedentary time, o interruptions to sedentary behavior*), la cual afirma que el gasto energético de los periodos de conducta sedentaria se modifica cuando se interrumpe su continuidad (Hamilton, Hamilton y Zderic, 2007; Healy et al., 2008). El objetivo fue evaluar su posible utilidad en el control de peso al interrumpir la conducta sedentaria con actividad física. Cada uno de los participantes fue expuesto a 4 periodos consecutivos de conducta sedentaria de 30 min. El primer periodo de conducta sedentaria sin interrupción, el segundo con una interrupción 1 min de actividad, el tercero con una interrupción 2 min de actividad y el cuarto con una interrupción 5 min de actividad. La actividad física fue caminar a un ritmo autoseleccionado por cada uno de los participantes. Los resultados obtenidos mostraron que caminar a un ritmo autoseleccionado por 1 min después de un periodo de actividad sedentaria resultó en un gasto de 3,0 kilocalorías adicionales al gasto total en comparación con 30 min de actividad sedentaria sin interrupción.

Swartz et al. (2011) señalaron que al extrapolar sus resultados a 5 días, de 8 h de jornada laboral por día, si una persona se levanta y camina por 1 min cada hora gasta un adicional de 120 kilocalorías por semana en comparación con solo mantener una conducta sedentaria durante 8 h. Adicionalmente, si la interrupción de la conducta sedentaria se extiende de 2 a 5 min cada hora durante una jornada de trabajo, resultaría en 296 y 660 kilocalorías adicionales por semana. Este nivel de gasto de energía es probable que tenga un importante impacto en el mantenimiento o incluso en la pérdida de peso corporal.

Es necesario considerar que, a pesar de los señalamientos que puedan hacerse al control metodológico del experimento realizado por Swartz et al. (2011) al permitir que cada participante seleccionara el ritmo de actividad durante la caminata, los resultados son bastante alentadores. Esta

afirmación se basa en la lógica de trabajar ante una situación que es poco probable que se modifique, es decir, tenemos un mundo con personas obesas que emiten conductas sedentarias en ciudades que son centros de consumo desmedido y con un estado de salud mundial cada vez más precario (Almeida y Silva, s.f.; López-Espinoza et al., 2014; Freudenberg y Galea, 2008). Por ello, son importantes las aportaciones dirigidas a modificar la conducta a partir de procedimientos científicos para lograr un efecto deseable (Ribes, 1972). Dada la evidencia presentada por Swartz et al. (2011), en la que se demuestra el efecto que la interrupción de los periodos de conducta sedentaria tiene sobre el gasto energético, surge el siguiente cuestionamiento: ¿cuál es el efecto de modificar la duración de los periodos de conducta sedentaria y de los periodos de actividad física? Los resultados tendrán gran importancia para la salud pública, dada la relación establecida entre conducta sedentaria y desarrollo de enfermedades no transmisibles (ENT). Por tal motivo se desarrolló el siguiente experimento con el objetivo de comparar los efectos diferenciales de 2 programas de interrupción de periodos de conducta sedentaria sobre el gasto calórico.

Método

Participantes

Ocho alumnos universitarios de nivel posgrado, del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara, participaron como voluntarios. Los participantes tenían un promedio de 24 años de edad, la mitad eran del género masculino y la otra mitad del femenino.

Instrumentos y materiales

Se utilizaron: 8 monitores cardíacos de la marca Beurer modelo pm18 con tecnología touch, que registran: a) frecuencia cardíaca con exactitud similar a un electrocardiograma; b) gasto calórico expresado en kilocalorías a partir del inicio del movimiento; c) gasto de grasa en gramos; d) número de pasos; e) tiempo total de actividad; f) trayecto recorrido (distancia); g) velocidad, y h) fecha y horario. Metrónomo mecánico universal marca Joyo, con función de calibración de tiempo y sonido ajustable. Hojas de registro.

Procedimiento

El experimento consistió en aplicar 2 tipos de programas que fueron nombrados 1 y 2, con diferente distribución temporal. Adicionalmente, cada programa fue estructurado con 2 tipos de condiciones: inactividad (condición A) y caminata (condición B). Se realizaron un total de 20 sesiones experimentales, una sesión experimental por día, todos los días a la misma hora. Ambos programas consistieron en periodos alternados de inactividad (condición A) y caminata (condición B). Durante las condiciones de inactividad los participantes permanecieron sentados, mientras que durante las condiciones de caminata se utilizó un metrónomo a 120 bps (*beats per minute*) para establecer la frecuencia

Tabla 1 Diseño experimental

Distribución de las sesiones									
Programa	A		B		A		B		Días
	Minutos		Minutos		Minutos		Minutos		
1	15	2.5	15	2.5	15	2.5	15	2.5	1-10
2	30			5	30			5	11-20

Condición A: inactividad; condición B: caminata.

de la actividad. [Karageorghis et al. \(2009\)](#) señalaron que 120 bps es el ritmo necesario para considerar un nivel moderado de actividad física en una caminata. Se solicitó a los participantes que coordinaran cada uno de sus movimientos durante la caminata con el sonido que emitía el metrónomo. Tanto las condiciones de inactividad como de caminata se realizaron dentro de un aula destinada para ello, con la intención de evitar variaciones en las condiciones de temperatura, inclinación del suelo, etc.

El programa 1 se realizó del día 1 al 10, cada día; cada uno de los participantes fue expuesto a un total de 60 min de inactividad (conducta sedentaria) dividido en 4 periodos de 15 min (condición 1A) y un total de 10 min de caminata (actividad física moderada) dividido en 4 periodos de 2.5 min (condición 1B). El programa 2 se realizó del día 11 al 20, de igual manera, cada día; cada uno de los participantes fue expuesto a un total de 60 min de inactividad dividido en 2 periodos de 30 min (condición 2A) y un total de 10 min de caminata dividido en 2 periodos de 5 min (condición 2B) ([tabla 1](#)). A todos los participantes se les colocó el monitor cardíaco 15 min previos al inicio de la sesión experimental. Todos los participantes fueron expuestos a los 2 tipos de programas de manera sucesiva. Al finalizar la sesión experimental se le retiró a cada participante el monitor cardíaco para obtener los datos registrados en cada uno de estos.

Se obtuvo el consentimiento informado de cada uno de los participantes, se registraron sus datos de identificación, así como su talla y su peso corporal. También se aplicó un cuestionario para identificar el posible consumo de fármacos, así como la realización de ejercicio vigoroso, anterior a cada sesión experimental.

Resultados

En la [tabla 2](#) se muestra el gasto energético en inactividad, en caminata y total de cada uno de los participantes, tanto del programa 1 como del 2. Se observa que el gasto energético durante la inactividad presentó una elevación durante el programa 2 en la que se realizó un mayor número periodos de caminata. También se observa que el gasto energético en caminata disminuyó durante el programa 2. Por su parte, el gasto total fue similar en ambos programas.

En la [tabla 3](#) se muestra el promedio, la desviación estándar, la diferencia y el valor de p , el gasto energético en inactividad, en caminata y total, tanto del programa 1 como del programa 2. Se realizó una t de Student para muestras pareadas al promedio de cada condición y se tomó como significativo el valor de $p < 0.05$. No se observó una diferencia

estadísticamente significativa del gasto energético total entre el programa 1 y el 2. Sin embargo, se registró una diferencia estadísticamente significativa del gasto energético durante la inactividad entre el programa 1 y el programa 2.

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron que: a) el gasto energético total en ambos programas fue similar: 215.75 kcal para el programa 1 y 215.62 kcal para el programa 2; b) el gasto energético durante la caminata también fue similar en ambos programas: 177.62 kcal para el programa 1 y 164.87 kcal para el programa 2, y c) el gasto energético durante la inactividad mostró una diferencia significativa entre el programa 1 (38.12 kcal) y el programa 2 (50.75 kcal), siendo mayor en este último. Los resultados confirman que el gasto energético durante los periodos de inactividad es susceptible de modificarse en relación con el número de interrupciones que se tenga del periodo de conducta sedentaria. Esto tiene concordancia con la hipótesis de la «Interrupción del tiempo sedentario o de la conducta sedentaria» ([Hamilton et al., 2007](#); [Healy et al., 2008](#); [Swartz et al. \(2011\)](#)). Sin embargo, la presente investigación integra nueva evidencia que fortalece dicha hipótesis, al identificar que a mayor número de interrupciones de la conducta sedentaria se obtiene un mayor gasto energético durante los periodos de inactividad.

Es necesario considerar las investigaciones, y la evidencia científica que señalan los beneficios que la actividad física tiene sobre: a) modificar el nivel de envejecimiento ([Stewart, 2005](#)); b) el control del sobrepeso ([Rauner, Mess y Woll, 2013](#)); c) la prevención de la diabetes ([Malkawi, 2012](#)); d) la prevención y el control de la hipertensión ([Diaz y Shimbo, 2013](#)); e) la salud mental y los estados emocionales ([Monteiro y Silveira, 2005](#)); f) el crecimiento ([Modlesky y Lewis, 2002](#)); g) el desarrollo de la inteligencia y las capacidades cognitivas ([Tomprowski, Davis, Miller y Naglieri, 2008](#)); h) la función sexual ([Sacomori, Felizola, Kruguer, Sperandio y Cardoso, 2013](#)); i) el tratamiento y la prevención de la obesidad ([Jakicic y Otto, 2005](#)); j) el embarazo y la salud materno-infantil ([Schlüssel, Bicalho de Souza, Reichenheim y Kac, 2008](#)); k) el metabolismo en general y en particular ([Neufer et al., 2015](#)), y l) el control y la mejora de los estados de depresión y ansiedad ([Ströhl, 2009](#)), entre otros, es basta y abrumadora. Ante tal evidencia pareciera que la actividad física es la panacea universal. Adicionalmente, la actividad física se utiliza como: 1) política pública ([Secretaría de Gobernación, 2014](#)); 2) promesa de campaña

Tabla 2 Gasto energético individual

Participante	Gasto en inactividad (kcal)		Gasto en caminata (kcal)		Gasto energético total (kcal)	
	Programa 1	Programa 2	Programa 1	Programa 2	Programa 1	Programa 2
1	37	40	160	161	197	201
2	35	35	114	107	149	142
3	44	65	157	148	201	213
4	48	55	187	137	235	192
5	23	37	141	140	164	177
6	38	72	308	297	346	369
7	53	46	197	199	250	245
8	27	56	157	130	184	186
Total	305	406	1,421	1,319	1,726	1,725

Tabla 3 Gasto energético promedio

Variable	Programa	Promedio y DE (n = 8)	Diferencia	p
Gasto energético en inactividad (kcal)	1	38.12 ± 10.11	12.62	0.043*
	2	50.75 ± 13.49		
Gasto energético en caminata (kcal)	1	177.62 ± 58.56	12.75	0.081
	2	164.87 ± 59.62		
Gasto energético total (kcal)	1	215.75 ± 62.35	0.125	0.986
	2	215.62 ± 68.61		

DE: desviación estándar.

* p < 0.05.

política (TMAT, 2012); 3) programa escolar (Secretaría de Educación Pública, 2008); 4) medio para el desarrollo de habilidades e interacción social (UNICEF, 2003), y 5) un negocio mundial sumamente lucrativo (Anaya, 2008). Es innegable que la actividad física representa un foco de atención desde cualquier perspectiva.

Por su parte, la inactividad es el estado a vencer, la investigación y la evidencia científica están dirigidas a señalar sus efectos dañinos sobre el bienestar de los organismos. Es posible presentar un listado igual o mayor al anterior que demuestra el papel preponderante que la conducta sedentaria tiene en el desarrollo de la gran mayoría de las enfermedades, en el envejecimiento prematuro, en las alteraciones metabólicas y en obesidad, entre otros (Biolo et al., 2005; Zderic y Hamilton, 2006; Pietiläinen et al., 2008). Sin embargo, una de las intenciones de este trabajo es señalar algunos de los elementos que determinan que la inactividad es una de las conductas predominantes en la vida de los seres humanos.

El primero de ellos es el tiempo que las personas dedican a las conductas sedentarias (p. ej., dormir, estar de pie, trabajar sentado, ver televisión, etc.). En una aproximación general es posible señalar que en una vida promedio de 75 años, una persona dedica 25 años a dormir, 20 años a estar sentado, de 6 a 8 años a ver televisión o utilizar una computadora, y el tiempo destinado a la actividad física no supera los 3 años (Heppner, 2015). Por supuesto que bajo el criterio de actividad física, estructurada y eficiente, probablemente el tiempo destinado a ello se reduciría aún más. Adicionalmente, y contrario a los reportes gubernamentales de varios países, la evidencia científica demuestra que el

tiempo dedicado a conductas sedentarias va en aumento. Este resultado es una tendencia global relacionada con el aumento de la disponibilidad de tecnología, que incluye dispositivos personales (p. ej., computadoras, televisiones, tablets, celulares, etc.); la automatización de tareas en el hogar, el uso indiscriminado de transporte, entre otros. De continuar esta tendencia, el efecto inmediato de la conducta sedentaria será la modificación de los grandes músculos esqueléticos de piernas, espalda y tronco, necesarios para el movimiento (Guthold, Cowan, Autenrieth, Kann y Riley, 2010; Hamilton et al., 2007; Matthews et al., 2008).

El segundo elemento es considerar los procesos biológicos que evolutivamente se han desarrollado para un sistemático ahorro energético. Con ello nos referimos a la eficiencia mitocondrial, al papel de las enzimas en las vías metabólicas y al desarrollo del gen ahorrador (Chacín et al., 2011; Dunham-Snary y Ballinger, 2013; Pereté y Fani, 1997). En este sentido, Bryant, King y Blundell (2007) señalaron que la expresión fenotípica del gen ahorrador está relacionada con el aumento en el consumo de alimentos ricos en grasa, el registro de comilonas o atracones de alimento, el aumento del depósito corporal de grasa y, de manera particular, la conservación de energía mediante la emisión de conductas sedentarias. Por otra parte, la evidencia científica ha demostrado la relación que la eficiencia mitocondrial tiene en el desarrollo de obesidad, diabetes y otros trastornos metabólicos. Estas condiciones están asociadas con la disminución de los niveles de actividad y el aumento de conductas sedentarias (Cordero, Solomon y Martínez, 2007; Crescenzo et al., 2015; Sellayah, Cagampang y Cox, 2014). Por su parte las enzimas, desde el punto de vista evolutivo, representan

uno de los primeros mecanismos para el ahorro de energía y tiempo. Su función como catalizadores permite reducir la cantidad de energía de activación —energía requerida para convertir las moléculas de un estado básico a un estado de transición—. Al reducir la magnitud de la energía de activación se ahorra en el gasto energético y en el tiempo de las reacciones químicas requeridas para el funcionamiento celular; por lo tanto, se acelera la reacción en sí misma, y con ello se obtiene el ahorro energético y temporal (Miller y Harley, 2006; Peretó y Fani, 1997).

Finalmente, el tercer elemento determinante en el estudio e investigación de la conducta sedentaria es el grupo de fuerzas físicas (p. ej., fuerza de la gravedad, inercia, entre otras) que todo organismo con sistema locomotor tiene que vencer para lograr el movimiento (Viladot, 2001). Ejemplo de ello son los señalamientos sobre la importancia en los porcentajes de grasa corporal de gimnastas para vencer la fuerza de gravedad en determinadas rutinas deportivas (Leyton, Luis del Campo, Sabido y Morenas, 2012).

Los 3 elementos anteriores, si bien justifican la importancia del estudio de la conducta sedentaria por un lado, también muestran los elementos que cualquier organismo debe superar para realizar actividad física o un simple movimiento. Partiendo de la anterior evidencia surge de manera natural el siguiente cuestionamiento: ¿qué propicia la realización de actividad física?, ya que necesariamente debemos considerar una contraparte a los elementos que propician la ocurrencia de conductas sedentarias. Abordando este punto particular, podemos señalar que en general la evidencia científica agrupa en 2 apartados principales los aspectos que favorecen la realización de actividad física; uno de ellos integra los aspectos personales y el otro da cuenta de los aspectos grupales o sociales (Garita, 2006; Sherwood y Jeffery, 2000).

El apartado de los aspectos personales se fundamenta en la motivación como eje principal para lograr y mantener un estado de bienestar, y en él también se consideran las actitudes personales preventivas para el mismo fin. Sin embargo, es necesario considerar que por más elementos que se intenten integrar (p. ej., historia personal, conductas saludables, convicciones personales, etc.) a los elementos que propician la actividad física en esta categoría todo se reduce a motivación personal. Esto es preocupante, dado que al comparar los elementos que propician las conductas sedentarias contra aquellos que propician la actividad, es innegable que al menos en número son mayores los primeros. En el apartado de los aspectos grupales o sociales se contemplan tanto la motivación, la identidad, los intereses compartidos o los objetivos del grupo al que se pertenece, en especial en los grupos cercanos al individuo, como la familia, la escuela, el trabajo o el deporte. Sin embargo, al considerar una sociedad con mayor nivel de complejidad será necesario considerar los aspectos epidemiológico, económico, cultural y de políticas públicas (Biddle y Mutrie, 2008; Garita, 2006; Oliveira-Brochado, Oliveira-Brochado y Quelhas, 2010; Rodríguez, Salazar y Cruz, 2013; Sherwood y Jeffery, 2000). En este apartado, al igual que en el primero, los elementos que favorecen la conducta sedentaria son superiores en número. Así, las evidencias mostradas al inicio del presente artículo dan cuenta de que, ya sea a nivel individual como a nivel social, existe un marcado desbalance

entre los elementos que propician la actividad física contra aquellos que favorecen las conductas sedentarias.

Ante la evidencia que demuestra que los seres humanos pasamos más tiempo desarrollando conductas sedentarias surge el siguiente cuestionamiento: ¿por qué no hemos prestado la suficiente atención al estudio e investigación de la inactividad? Los resultados obtenidos en el presente estudio son una estrategia inicial para que los investigadores relacionados con la actividad física dirijamos nuestra atención a las conductas sedentarias. Desde nuestra particular perspectiva, consideramos que esto es el reto prioritario en el futuro. Coinciden con esta reflexión los datos reportados que destacan el aumento del gasto calórico y los beneficios que se tiene sobre la salud al interrumpir los periodos de conducta sedentaria. (Chastin, Egerton, Leask y Stamatakis, 2015; Cristi-Montero y Rodríguez, 2014; Healy et al., 2008; Henson et al., 2013; Owen, Healy, Matthews y Dunstan, 2010; Saunders et al., 2013) Interrumpir la secuencia de las conductas sedentarias es un procedimiento fácil, económico, con un alto potencial para que sea divertido. De aplicarse sistemáticamente, tendrá un efecto en el estado de bienestar general de la población y seguramente disminuirá, en parte, los gastos destinados a la salud poblacional. Será necesario profundizar en esta perspectiva, integrando el análisis de biomarcadores y programas de modificación de la conducta en población abierta en distintos países. Otra posibilidad será evaluar el impacto de interrumpir las conductas sedentarias en la población infantil, que estamos seguros son más susceptibles para cumplir con un programa de estudio, debido al potencial que tiene para incorporarse como juego. Consideramos que tiene un mayor potencial establecer programas de interrupción de las conductas sedentarias, que intentar establecer programas de actividad física que han mostrado sus enormes limitaciones. Por otra parte, será necesario apoyar y establecer una aproximación multidisciplinaria al estudio de la conducta sedentaria para lograr una mayor comprensión de este complejo fenómeno. Si bien es cierto que las limitaciones de este estudio —relacionadas con el tamaño de la muestra, la ausencia de datos obtenidos con biomarcadores o la duración del estudio— podrían limitar su generalización, es necesario tomar los resultados y la reflexión final como elementos que permitan iniciar una línea de investigación para evaluar los contrastes entre actividad y conducta sedentaria.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Financiación

Esta investigación fue financiada con los fondos otorgados al segundo autor mediante el proyecto CB 156821 del CONACyT.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Aguilera, V., Aranda, M., Ruelas, M. y Mancilla, R. (2014). La obesidad ¿una cuestión de actividad física? En A. López-Espinoza, A. G. Martínez Moreno, y P. J. López-Uriarte (Eds.), *México Obeso. Actualidades y Perspectivas* (pp. 284–297). Editorial Universidad de Guadalajara.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Leon, A. S., Jacobs, D. R., Jr., Montoye, H., Sallis, J., et al. (1993). Compendium of physical activities: Classification of energy costs of human physical activities. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 25(1), 71–80.
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., et al. (2000). Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 32(9), S498–S504.
- Almeida N. y Silva J. (s.f.). La crisis de la salud pública y el movimiento de la salud colectiva en Latinoamérica. Cuadernos Médico Sociales, 75, 5-30 [consultado 4 Ago 2015]. Disponible en: <http://www.saludcolectiva-unr.com.ar/docs/SC-010.pdf>
- Anaya J. (2008, Agosto 12). El negocio del deporte. La Jornada [consultado 10 Ago 2015]. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2008/08/12/economist.pdf>
- Anderson, B., Xu, X. F., Rebuffé-Scrive, M., Terning, K., Krotkiewski, M. y Björntorp, P. (1991). The effects of exercise, training on body composition and metabolism in men and women. *International Journal of Obesity*, 15(1), 75–81.
- Arakawa, K. (1996). Effect of exercise associated on hypertension complications and associated on hypertension complications. *Hypertension Research*, 19, S87–S91.
- Biddle, S. y Mutrie, N. (2008). *Psychology of Physical Activity: Determinants, Well-Being, and Interventions*. Taylor y Francis Group.
- Biolo, G., Ciochi, B., Stulle, M., Piccoli, A., Lorenzon, S., dal Mas, V., et al. (2005). Metabolic consequences of physical inactivity. *Journal of Renal Nutrition*, 15(1), 49–53.
- Bryant, E. J., King, N. A. y Blundell, J. E. (2007). Disinhibition: Its effects on appetite and weight regulation. *Obesity Reviews*, 9, 409–419.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E. y Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports Journal*, 100(2), 126–131.
- Ceballos, O., Medina, R., Ochoa, F. y Carranza, L. (2010). Barreras para la práctica de actividades físico-deportivas en escolares. En G. Cachorro y D. Salazar (Eds.), *Educación Física Argemex: temas y posiciones*. La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata.
- Chacín, M., Rojas, J., Pineda, C., Rodríguez, D., Núñez, N., Márquez, M., et al. (2011). Predisposición humana a la obesidad, síndrome metabólico y diabetes: El genotipo ahorrador y la incorporación de los diabetogénes al genoma humano desde la antropología biológica. *Síndrome Cardiometabólico*, 1(1), 11–24.
- Chastin, S., Egerton, T., Leask, C. y Stamatakis, E. (2015). Meta-analysis of the relationship between breaks in sedentary behavior and cardiometabolic health. *Obesity (Silver Spring)*, 23(9), 1800–1810.
- Cordero, P., Solomon, A. y Martínez, J. A. (2007). Eficiencia y metabolismo mitocondrial: ¿un eje etiológico de la obesidad? *Revista de Medicina de la Universidad de Navarra*, 51(3), 13–18.
- Crescenzo, R., Bianco, F., Mazzoli, A., Giacco, A., Liverini, G. y Iossa, S. (2015). Mitochondrial efficiency and insulin resistance. *Frontiers in Physiology*, 5, 1–5.
- Cristi-Montero, C. y Rodríguez, F. (2014). Paradoja: «activo físicamente pero sedentario, sedentario pero activo físicamente». Nuevos antecedentes, implicaciones en la salud y recomendaciones. *Revista Médica de Chile*, 142, 72–78.
- Diaz, K. y Shimbo, D. (2013). Physical activity and the prevention of hypertension. *Current Hypertension Reports*, 15(6), 659–668.
- Dunham-Snary, K. y Ballinger, S. (2013). Mitochondrial genetics y obesity: Evolutionary adaptation y contemporary disease susceptibility. *Free Radical Biology and Medicine*, 65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2013.09.007>
- Freudenberg, N. y Galea, S. (2008). Cities of consumption: The impact of corporate practices on the health of urban populations. *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 8(4), 462–471.
- Garita, E. (2006). Motivos de participación y satisfacción en la actividad física, el ejercicio físico y el deporte. *Movimiento Humano y Salud*, 3(1), 1–16.
- Guthold, R., Cowan, M. J., Autenrieth, C. S., Kann, L. y Riley, L. M. (2010). Physical activity and sedentary behavior among schoolchildren: A 34-country comparison. *The Journal of Pediatrics*, 157(1), 43–49.
- Hamilton, M. T., Hamilton, D. G. y Zderic, T. W. (2007). Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes*, 56(11), 2655–2667.
- Healy, G. N., Dunstan, D. W., Salmon, J., Cerin, E., Shaw, J. E., Zimmet, P. Z., et al. (2008). Breaks in sedentary time: Beneficial associations with metabolic risk. *Diabetes Care*, 31(4), 661–666.
- Henson, J., Yates, T., Biddle, S., Edwardson, C., Khunti, K., Wilmot, E., et al. (2013). Associations of objectively measured sedentary behaviour and physical activity with markers of cardiometabolic health. *Diabetologia*, 56(5), 1012–1020.
- Hepner J. (2015). 30 Surprising Facts About How We Actually Spend Our Time [consultado 11 Jul 2015]. Disponible en: <https://www.distractify.com/astounding-facts-about-how-we-actually-spend-our-time-1197818577.html>
- Karageorghis, C. I., Muzourides, D. A., Priest, D., Sasso, T. A., Morrish, D. J. y Walley, C. L. (2009). Psychophysical and ergogenic effects of synchronous music during treadmill walking. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 31, 18–36.
- Jakicic, J. y Otto, A. (2005). Physical activity considerations for the treatment and prevention of obesity. *American Journal of Clinical Nutrition*, 82, 226S–229S.
- Leyton, M., Luis del Campo, V., Sabido, R. y Morenas, J. (2012). Perfil y diferencias antropométricas y físicas de gimnastas de tecnificación de las modalidades de artística y rítmica. *Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 21, 58–62.
- Lichtenstein, M. (1985). Jogging in middle age. *Journal of the Royal College of General Practitioners*, 35, 341–345.
- López-Espinoza, A., Martínez, A. G., Aguilera, V., Demaria-Pesce, V., Katz, M. y Espinoza, A. C. (2014). Obesidad: ¿evolución, estatus, cultura, condición, enfermedad, epidemia o negocio redondo? En A. López-Espinoza, A. G. Martínez Moreno, y P. J. López-Uriarte (Eds.), *México Obeso. Actualidades y Perspectivas* (pp. 15–28). Editorial Universidad de Guadalajara.
- Malkawi, A. M. (2012). The effectiveness of physical activity in preventing type 2 diabetes in high-risk individuals using well-structured interventions: a systematic review. *Journal of Diabetology*, 2(1 [consultado 4 Jul 2015]). Disponible en: <http://www.journalofdiabetology.org/Pages/Releases/PDFFiles/EIGHTH/ISSUE/RA-1-JOD-12-002.pdf>

- Martínez, A. G. y López-Espinoza, A. (2009). Evolución de los hábitos alimentarios: de la recolección al supermercado. En A. López-Espinoza y K. Franco Paredes (Eds.), *Comportamiento alimentario: Una aproximación multidisciplinaria* (pp. 33–45). México: Universidad de Guadalajara.
- Matthews, C., Chen, K., Freedson, P., Buchowski, M., Beech, B., Pate, R. y Troiano, R. (2008). Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003–2004. *American Journal of Epidemiology*, 167(7), 875–881.
- Miller, S. y Harley, J. (2006). Energy and enzymes: life's driving and controlling forces. En A. Stephen, Miller, P. John, y Harley (Eds.), *Zoology*. USA: McGraw-Hill Higher Education.
- Modlesky, C. y Lewis, R. (2002). Does exercise during growth have a long-term effect on bone health? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(4), 171–176.
- Monteiro, M. y Silveira, L. (2005). Physical activity and mental health: The association between exercise and mood. *Clinics*, 60(1), 61–70.
- Murray C. y Mg M. (2014). Nearly one-third of the world's population is obese or overweight, new data show. Institute for health metrics and evaluation [consultado 20 Ago 2015]. Disponible en: <http://www.healthdata.org/news-release/nearly-one-third-world%E2%80%99s-population-obese-or-overweight-new-data-show>
- Neufer, P. D., Bamman, M. M., Muoio, D. M., Bouchard, C., Cooper, D. M., Goodpaster, B. H., et al. (2015). Understanding the cellular and molecular mechanisms of physical activity-induced health benefits. *Cell Metabolism*, 22(1), 4–11.
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., y Gakidou, E. (2014). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013, *The Lancet*, Early Online Publication, 29 May 2014. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60460-8.
- Oliveira-Brochado, A., Oliveira-Brochado, F. y Quelhas, P. (2010). Effects of personal, social and environmental factors on physical activity behavior among adults. *Actividade Física*, 28(1), 7–17.
- Olshansky, S. J., Passaro, D. J., Hershov, R. C., Layden, J., Carnes, B. A., Brodt, J., et al. (2005). A potential decline in life expectancy in the United States in the 21st century. *The New England Journal of Medicine*, 352, 1138–1145.
- OMS. (1995). Exercise for health. *Bulletin of the World Health Organization*, 73(2), 35–136.
- OMS (2000). *El fomento de la actividad física en y mediante las escuelas* [consultado 28 Jun 2015]. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/hq/2000/WHO_NMH.NPH.00.4.spa.pdf
- OMS (2004). *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud* [consultado 25 Ago 2015]. Disponible en: http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_spanish_web.pdf
- OMS (2012). *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. ¿Qué se entiende por actividad moderada y actividad vigorosa?* [consultado 16 Jul 2015]. Disponible en <http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical.activity.intensity/es/>
- OMS (2014). *Actividad Física* [consultado 13 Ago 2015]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/es/>
- OMS (s/f) *Inactividad física: un problema de salud pública mundial* [consultado 14 Jul 2015]. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet.inactivity/es/>
- Owen, N., Healy, G., Matthews, C. y Dunstan, D. (2010). Too much sitting: The population health science of sedentary behavior. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 38(3), 105–113.
- Pate, R., O'Neill, J. y Lobelo, F. (2008). The evolving definition of «sedentary». *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(4), 173–178.
- Peretó, J. y Fani, R. (1997). Enzyme evolution and the development of metabolic pathways. En A. Cornish-Bowden (Ed.), *New Beer in an Old Bottle: Eduard Buchner and the Growth of Biochemical Knowledge* (7th edition, pp. 173–198). Spain: Universitat de València.
- Pietiläinen, K., Kaprio, J., Borg, P., Plasqui, G., Yki-Järvinen, H., Kujala, U., et al. (2008). Physical inactivity and obesity: A vicious circle. *Obesity (Silver Spring)*, 16(2), 409–414.
- Rauner, A., Mess, F. y Woll, A. (2013). The relationship between physical activity, physical fitness and overweight in adolescents: A systematic review of studies published in or after 2000. *BMC Pediatrics*, 13, 19.
- Reigal R., Videra A. (2010). Barreras para la práctica físico-deportiva en la adolescencia en función del tiempo de descanso y el curso escolar. *Revista Digital - Buenos Aires*, 15(146) [consultado 18 Ago 2015]. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd146/barreras-para-la-practica-fisico-deportiva-en-la-adolescencia.htm>
- Ribes, E. (1972). Terapias conductuales y modificación del comportamiento. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 4(1), 7–21.
- Rodríguez, R. C., Salazar, J. y Cruz, A. (2013). Determinantes de la actividad física en México. *Estudios Sociales*, 41, 186–209.
- Sacomori, C., Felizola, F. L. V., Kruguer, A. P., Sperandio, F. F. y Cardoso, F. L. (2013). Nivel de actividad física y función sexual de mujeres. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 13(52), 703–717.
- Saunders, T. J., Tremblay, M. S., Mathieu, M. E., Henderson, M., O'Loughlin, J., Tremblay, A., et al., & QUALITY cohort research group. (2013). Associations of sedentary behavior, sedentary bouts and breaks in sedentary time with cardiometabolic risk in children with a family history of obesity. *Plos ONE*, 8(11), e79143.
- Schlüssel, M., Bicalho de Souza, E., Reichenheim, M. y Kac, G. (2008). Physical activity during pregnancy and maternal-child health outcomes: A systematic literature review. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(4), S531–S544.
- Secretaría de Educación Pública (2008). *Programa Nacional de Activación Física Escolar* [consultado 20 Ago 2015]. Disponible en: <http://activate.gob.mx/Documentos/Manual%20Activacion%20Fisica%20Escolar.pdf>
- Secretaría de Gobernación (2014). *Programa Nacional de Cultura Física y Deporte* [consultado 23 Ago 2015]. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342830&yfecha=30/04/2014
- Sellayah, D., Cagampang, F. y Cox, R. (2014). On the evolutionary origins of obesity: A new hypothesis. *Endocrinology*, 155(5), 1573–1588.
- Sherwood, N. y Jeffery, R. (2000). The behavioral determinants of exercise: Implications for physical activity interventions. *Annual Review of Nutrition*, 20, 21–44.
- Siegel, P. Z., Brackbill, R. M. y Heath, G. W. (1995). The epidemiology of walking for exercise: Implications for promoting activity among sedentary groups. *American Journal of Public Health*, 85, 706–709.
- Stern, J. (1983). Is obesity a disease of inactivity? *Psychiatric Annals*, 13(11), 858–860.
- Stewart, K. (2005). Physical activity and aging. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1055, 193–206.
- Ströhl, A. (2009). Physical activity, exercise, depression and anxiety disorders. *Journal of Neural Transmission*, 116, 777–784.
- Swartz, A., Squires, L. y Strath, S. (2011). Energy expenditure of interruptions to sedentary behavior. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(69).
- Teychenne, M., Costigan, S. y Parke, K. (2015). The association between sedentary behaviour and risk of anxiety: A systematic review. *BMC Public Health*, 15, 513.
- TMAT (2012). *Participa Pedro Domínguez en Programa de Activación Física* [consultado 8 Ago 2015]. Disponible en: http://laopcion.com.mx/n/id_211618.html

- Tomporowski, P., Davis, C., Miller, P. y Naglieri, J. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Educational Psychology Review*, 20(2), 111–131.
- Torrents, C. y Balagué, B. (2007). Repercusiones de la teoría de los sistemas dinámicos en el estudio de la motricidad humana. *Apuntes Educación Física y Deportes*, 87, 7–13.
- Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G., Kho, M. E., Saunders, J. T., Larouche, R., Colley, R. C., et al. (2011). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8, 98.
- UNICEF (2003). *Deporte para el desarrollo de la paz* [consultado 21 Ago 2015]. Disponible en: <https://www.unicef.es/sites/www.unicef.es/files/Deporte06.pdf>
- Uribe-Bustos, X. y Agudelo-Calderón, C. (2011). Inactividad física y factores de riesgo: aproximación a un modelo interpretativo para Bogotá. *Revista Salud Pública*, 13(4), 597–609.
- Viladot, A. (2001). *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. Barcelona: Springer.
- Zderic, T. W. y Hamilton, M. T. (2006). Physical inactivity amplifies the sensitivity of skeletal muscle to the lipid-induced down-regulation of lipoprotein lipase activity. *Journal of Applied Physiology*, 100, 249–257.