



## Physical activity is more than energy expenditure

**Title in Spanish:** *Actividad física: algo más que gasto energético*

Sergio Calonge Pascual<sup>1,2</sup>, Marcela González-Gross<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>Grupo de investigación ImFINE. Departamento de Salud y Rendimiento Humano. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte-INEF. Universidad Politécnica de Madrid. <sup>2</sup>Red de investigación en fisiopatología de la obesidad y nutrición. CIBERobn 12/03/300338, Instituto de Salud Carlos III. Madrid.

**ABSTRACT:** Traditionally, energy balance has only been shown as result between energy intake and energy expenditure, associating positive results with increase of body mass index and with overweight and obesity in extreme cases. Recently, several environmental, metabolic and genetic factors have been identified, such as regulation of appetite, exercise intensity and sedentary lifestyle, all of them affecting energy balance and inducing a pandemic of chronic diseases, including obesity. There is scientific evidence that physical activity, better if systematically planned, at recommended levels, reduces body mass index and fat mass levels, improves physical fitness and has consequently physical, social, emotional and cognitive benefits.

**RESUMEN:** Tradicionalmente, se ha considerado el balance energético como la diferencia entre consumo y gasto calórico, asociando resultados positivos a un incremento del índice de masa corporal, que puede conducir hacia sobrepeso u obesidad en casos extremos. En la actualidad, se conocen diversos factores genéticos, metabólicos y ambientales (regulación del apetito, intensidad del ejercicio, sedentarismo), que afectan al balance energético y están induciendo hacia una pandemia de enfermedades crónicas, como la obesidad. El avance del conocimiento científico viene indicando que el ejercicio físico planificado que cumpla con las recomendaciones de actividad física, hace aumentar el nivel de condición física, reduce el sedentarismo y provoca una disminución del índice de masa corporal con un descenso asociado del porcentaje de masa grasa, factores que inducen sobre el bienestar físico, psicológico y socio-emocional.

\*Corresponding Author: marcela.gonzalez.gross@upm.es  
146-157

Received: May 1, 2016 Accepted: July 1, 2016

An Real Acad Farm Vol. 82, Special Issue (2016), pp.

Language of Manuscript: Spanish

### 1. INTRODUCCIÓN

A pesar de que el ser humano sigue poseyendo una genética casi igual a la de sus antepasados (somos un 99,5 % igual al hombre del paleolítico), es evidente que tanto los hábitos en la alimentación como nuestros estilos de vida han cambiado en relación a las costumbres del hombre en la prehistoria. El metabolismo del ser humano no acaba de adaptarse a los hábitos de la vida moderna. Esto induce a una desregulación metabólica y a una proliferación epidemiológica de enfermedades crónicas. A pesar de los esfuerzos realizados desde varios ámbitos (salud pública, investigación, etc.), muchas de estas enfermedades van en aumento, y muy en especial, la obesidad. Hasta la fecha no se ha conseguido revertir la tendencia en el aumento que se ha producido en los últimos 30 años.

La obesidad ha alcanzado proporciones exageradas a nivel mundial, y según los datos que ofreció en 2014 la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año mueren, como mínimo, 2,8 millones de personas a causa de la obesidad o sobrepeso. Aunque anteriormente se

consideraba un problema atribuido únicamente a los países de altos ingresos económicos, en la actualidad también es prevalente en los países con un potencial económico medio o bajo, lo que supone una doble carga al convivir sobrepeso/obesidad y malnutrición. Al mismo tiempo que se encuentra presente en grupos socio-económicos de todos los niveles, está presente para cualquier rango de edad, en ambos sexos y sin excepción de condición étnica, aunque hay tendencias predominantes dentro de cada conjunto.

El número de personas con sobrepeso y obesidad en el mundo ha aumentado desmesuradamente en los últimos años. Así lo corroboran los datos obtenidos en varios estudios. Un ejemplo de ello es el análisis realizado en 188 países entre 1980 y 2013, que determinó que el incremento de obesidad a nivel global fue de un 47,1 % en niños y de un 27,5 % en adultos. Aunque también hay datos que demuestran que más del 50 % de los 671 millones de personas obesas en el mundo viven en sólo 10 países: Estados Unidos (más de 13 %), China y la India (15 % combinado), Rusia, Brasil, México, Egipto, Alemania,

Physical activity: anything more than energy expenditure

Pakistán e Indonesia (1). El aumento del Índice de Masa Corporal (IMC) y del porcentaje de grasa corporal, están estrechamente relacionados con el desarrollo de otras enfermedades metabólicas, cardiovasculares y respiratorias

(2, 3). Así como el que se da cuando disminuye el nivel de condición física (4), generalmente el problema suele ir asociado, aunque no en la totalidad de los casos.

## BRITISH MEDICAL JOURNAL

LONDON SATURDAY DECEMBER 20 1958

### CORONARY HEART DISEASE AND PHYSICAL ACTIVITY OF WORK

EVIDENCE OF A NATIONAL NECROPSY SURVEY\*

BY

J. N. MORRIS, F.R.C.P., D.P.H.

AND

MARGARET D. CRAWFORD, M.D.

*Social Medicine Research Unit of the Medical Research Council, London Hospital*



It has previously been shown that the drivers of London's double-decker buses are more likely to die suddenly from "coronary thrombosis" than the conductors, and that Government clerks suffer more often from rapidly fatal cardiac infarction than do postmen.<sup>43</sup> On the basis of these and similar observations a hypothesis has been stated that *men in physically active jobs have a lower incidence of coronary (ischaemic) heart disease in middle-age than men in physically inactive jobs. More important, the disease is not so severe in physically active workers, tending to present in them in relatively benign forms.*

It is a principle of epidemiological research of this type to seek evidence from as many, as various, and as independent sources as possible.<sup>44</sup> The present report deals with the frequency, in relation to occupation, of ischaemic myocardial fibrosis in men dying from causes other than coronary heart disease itself. These myo-

charge of post-mortem examinations to co-operate in the inquiry, and the pathologists of 206 hospitals or hospital groups—between 85% and 90% of the "possibles"—very kindly agreed. We cannot be more precise about this fraction, because it is not known whether some of those who did not reply at all to our letters were in fact regularly responsible for appreciable numbers of necropsies.

Each pathologist was invited to provide particulars on a standard form of 25 consecutive unselected necropsies on men aged 45-70 years, no matter what the cause of death or how the case came to necropsy. 5,000 reports were sent to us: trial runs with records from 1944 to 1951 in the Pathological Institute of the London Hospital<sup>45</sup> had encouraged the hope that with such numbers stable group patterns would emerge. In all cases *macroscopic details* were requested of disease in the coronary arteries, its nature, amount, and distribu-

Vol. 314 No. 10

PHYSICAL ACTIVITY, MORTALITY, AND LONGEVITY — PAFFENBARGER ET AL.

605

### PHYSICAL ACTIVITY, ALL-CAUSE MORTALITY, AND LONGEVITY OF COLLEGE ALUMNI

RALPH S. PAFFENBARGER, JR., M.D., DR. P.H., ROBERT T. HYDE, M.A., ALVIN L. WING, M.B.A., AND CHUNG-CHENG HSIEH, Sc.D.

**Abstract** We examined the physical activity and other life-style characteristics of 16,936 Harvard alumni, aged 35 to 74, for relations to rates of mortality from all causes and for influences on length of life. A total of 1413 alumni died during 12 to 16 years of follow-up (1962 to 1978). Exercise reported as walking, stair climbing, and sports play related inversely to total mortality, primarily to death due to cardiovascular or respiratory causes. Death rates declined steadily as energy expended on such activity increased from less than 500 to 3500 kcal per week, beyond which rates increased slightly. Rates were one quarter to one third lower among alumni expending 2000 or more

kcal during exercise per week than among less active men. With or without consideration of hypertension, cigarette smoking, extremes or gains in body weight, or early parental death, alumni mortality rates were significantly lower among the physically active. Relative risks of death for individuals were highest among cigarette smokers and men with hypertension, and attributable risks in the community were highest among smokers and sedentary men. By the age of 80, the amount of additional life attributable to adequate exercise, as compared with sedentariness, was one to more than two years. (N Engl J Med 1986; 314: 605-13.)

Figura 1. Visión histórica investigación en actividad física (5, 59).

Es bien conocido que la obesidad es una enfermedad multifactorial. De entre los muchos factores que influyen en su desarrollo, sin duda uno es el de la inactividad física. En la actualidad, según la OMS, la inactividad física junto con el sobrepeso y obesidad son la cuarta y quinta causa, respectivamente, de toda causa de morbi-mortalidad a nivel mundial, por encima de las ocasionadas por malnutrición infantil, la ingesta de alcohol o las enfermedades de transmisión sexual. Según los datos que aporta el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), en el mundo, la inactividad física causa: 6 % del total de la carga de enfermedades de corazón, 7 % de enfermedades relacionadas con la diabetes tipo II y un 10 % de los casos de cáncer de mama y colon. De hecho, la

propia OMS indicó en 2014 que aproximadamente 3,2 millones de defunciones anuales pueden atribuirse por causas asociadas de actividad física insuficiente, y en la actualidad se calcula que hay personas que cumplen con los patrones de actividad física recomendados, pero que poseen estilos de vida sedentarios, que se consideran tan peligrosos para la salud como el de las personas físicamente inactivas. Aunque haya controversias entre los diferentes estudios y aún no esté claro el tipo de ejercicio y cada cuánto tiempo se recomienda romper los tiempos de inactividad física, parece ser que la ruptura del sedentarismo debería ser en rangos de tiempo no superiores a dos horas.

Los beneficios de la actividad física sobre la salud se

conocen desde las antiguas civilizaciones griegas y fue científicamente demostrado desde mediados del siglo XX, a través de los estudios pioneros de Morris y col., en 1953 (Figura 1), cuando se observó y comprobó la diferencia de incidencia de enfermedades cardiovasculares entre los conductores y los cobradores de los autobuses londinenses. Llegaron a la conclusión de que la diferencia en cuanto a un trabajo con mayor carga física, con desplazamientos constantes en sus jornadas de trabajo, era la causa principal del descenso de morbi-mortalidad entre ambos trabajadores (5). Resultados similares se encontraron al comparar a los trabajadores de correos con trabajo sedentario y los que repartían la correspondencia, o entre oficinistas y estibadores del puerto de San Francisco. En la actualidad, se considera que la actividad física regular reduce la mortalidad y el riesgo de sufrir cáncer de mama en aproximadamente un 50 %, disminuye el riesgo de padecer enfermedades como la demencia tipo Alzheimer, enfermedad cardiovascular y cualquier tipo específico de cáncer y enfermedades en general.

Además, es cada vez mayor la evidencia que demuestra que la actividad física regular permite incrementar el rendimiento académico en niños (6, 7) y adultos (8).

## 2. EL CONTROL DEL BALANCE ENERGÉTICO

Cuando se aborda la relación entre ejercicio físico y obesidad se deben diferenciar claramente dos aspectos: preventivo y rehabilitador (que incluye el tratamiento durante la enfermedad). En relación al primero, existe evidencia científica suficiente que demuestra que aumentar el gasto calórico, llevando a cabo una vida activa, realizando más actividad física en los principales espacios de tiempos, divididos en tiempo de ocio, de actividad laboral, en el desarrollo de las tareas domésticas así como a través de los desplazamientos diarios de forma físicamente activa, tiene un efecto positivo sobre la condición física cardiovascular, el cumplimiento de los patrones de actividad física recomendados, el control de los niveles de sedentarismo y su adecuada composición corporal, con mayores niveles de masa magra y reducción de los porcentajes de masa grasa. Además, existen datos que indican que el porcentaje de grasa corporal de personas mayores que han sido activas toda la vida es significativamente inferior al de aquellas de la misma edad que no lo han sido, así como el poseer una buena condición física en edades tempranas de la vida es un indicador de salud predecible en la edad adulta (9).

Por otro lado, cualquier acción física pone en marcha el sistema músculo-esquelético, que necesita energía en forma de ATP para realizar cualquier acción motriz. Este ATP a su vez se obtiene principalmente de la combustión de glucosa y ácidos grasos, transformando la energía química en energía mecánica. Especialmente los ejercicios aeróbicos ejecutados a intensidades en torno al 55-70 % del  $VO_{2max}$  son los que fomentan la oxidación de los ácidos grasos, movilizados desde el tejido adiposo (Figura 2). Esto provoca una disminución de la masa grasa y un posible incremento de la masa muscular, que hará

aumentar el gasto calórico total directo en la realización de la actividad e indirecto por un aumento del metabolismo basal asociado a sus cambios corporales (10).

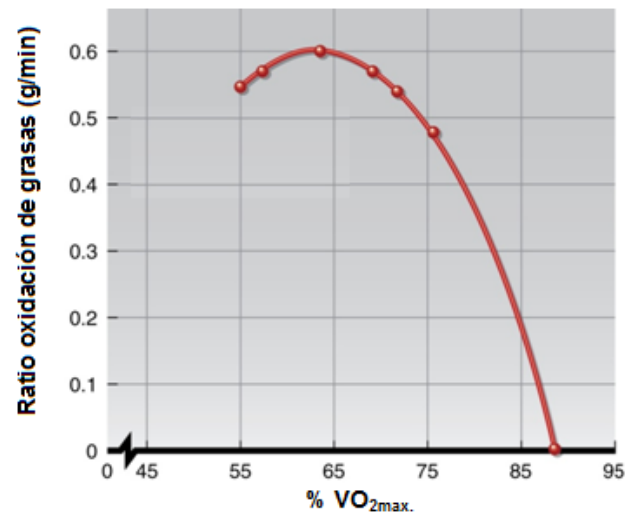


Figura 2. Porcentaje de intensidad ( $VO_{2max}$ ) al que se produce mayor oxidación de los ácidos grasos (g/min). Modificado de Achten et al. (17).

Dentro de las actividades diarias está ganando en importancia el denominado NEAT, del inglés "*non exercise activity thermogenesis*", término que indica el gasto calórico que se produce en nuestro organismo por la termogénesis de cualquier acción esporádica que llevamos a cabo en nuestro día a día. La acumulación del total, producido por el conjunto de tareas y sus reacciones exógenas, determina el efecto de este parámetro en nuestro organismo. Estudios fisiológicos han demostrado que esta medida se modula con cambios en el balance energético, incrementándose cuando hay un aumento de ingesta calórica y disminuyendo con una alimentación insuficiente. El gasto por NEAT es mayor cuando el grado de intensidad de las tareas que llevamos a cabo a lo largo del día es muy elevado. Por lo que el NEAT podría ser un componente clave en el mantenimiento del peso (grasa) corporal, que al disminuir pudiera llegar a provocar obesidad y que sería fácilmente aumentado con el desarrollo de una vida físicamente activa, asociada a una ingesta calórica mayor. El mecanismo que regula el NEAT no es del todo conocido; sin embargo, factores relacionados con el hipotálamo han sido identificados como los responsables del aumento de este parámetro en animales (11, 12).

La relación entre ejercicio físico y su repercusión en la regulación del apetito, no está del todo establecida, pues en estudios realizados con individuos metabólicamente sanos, las mismas dosis de ejercicio físico han provocado tanto aumento como reducción del mismo. En una revisión reciente realizada sobre el efecto agudo del ejercicio y la regulación del apetito, se observó un mayor número de estudios donde disminuían los niveles de ghrelina, aumentaban los niveles de polipéptido YY, de GLP-1 y de PP, tanto al correr, nadar, andar o hacer ejercicio aeróbico

(13). Según estos datos, el ejercicio regularía e incluso reduciría el apetito al disminuir la hormona que lo aumenta (la ghrelina) y aumentar las que lo inhiben. Otro estudio reciente concluye que no parece que tenga ningún efecto sobre las concentraciones de ghrelina, comprobando que el efecto de esta hormona entre las personas activas e inactivas no acarrea una supercompensación en el consumo calórico posterior (14).

Parece ser que el ejercicio físico reduce las concentraciones de leptina (la cual disminuye la sensación de apetito), aunque está sin definir si esta hormona tiene un papel regulador completo sobre el peso corporal. Autores como Blundell defienden que el balance energético y el control del apetito es posible gracias a ingestas calóricas altas, indicando que con ingestas hipocalóricas, el organismo es incapaz de alcanzar homeostasis y un balance energético neutro (15). Otros autores, en cambio, indican que en los sujetos en los que el ejercicio físico provoca reajustes hormonales distintos y un aumento del apetito (16) quizás éste no debería formar parte en el tratamiento de la obesidad. En cualquier caso, un aumento gradual de la actividad física no sólo es recomendable para controlar el balance energético sino también por los numerosos efectos beneficios que posee sobre otros aspectos de la salud.

En cuanto al papel del ejercicio físico como parte del tratamiento de la obesidad, existen datos controvertidos en cuanto al tipo y carga del ejercicio a realizar. Por una parte, como ya se ha indicado, el ejercicio más efectivo para reducir el peso y especialmente la grasa corporal es el que fomenta el consumo de grasas por vía aeróbica lipolítica. En este aspecto, el ejercicio aeróbico interválico a intensidades submáximas (entorno al 50 -70 % del  $VO_{2max}$ ) (17-19), con una combinación de ejercicio de fuerza resistencia, donde intervengan la mayor cantidad de grupos musculares (20, 21). Estudios científicos como PRONAF así lo han demostrado (22), siendo el tratamiento más efectivo el que combina estos planes de entrenamiento con una reducción en la ingesta calórica a través de una dieta hipocalórica (23). Existen controversias entre el porcentaje de las variables de consumo y gasto calórico, sobre cuál de ellas afecta con más firmeza sobre el IMC y el porcentaje de grasa corporal (24). Son muy pocos los estudios que analizan ambas variables, midiendo objetivamente el gasto calórico provocado por la actividad física, entre los sujetos sometidos a su análisis, y al mismo tiempo existe gran controversia en los datos científicos que aportan los pocos estudios que cuantifican el gasto calórico midiendo la actividad física de forma objetiva. En este contexto es importante indicar que en la mayoría de los estudios científicos y para las personas en general, resulta difícil poder cuantificar la intensidad de la actividad física y existen discrepancias en la forma de utilizar los aparatos y técnicas de medición (25, 26), lo cual supone gran dificultad para poder cuantificar el gasto y comparar resultados entre diferentes estudios.

Por otro lado, a medida que se envejece, se produce una disfunción en la fuerza, con un declive más acusado a

partir de los 30 años, que se ve acrecentada en las personas que no trabajan esta capacidad física (Figura 3). Como consecuencia de este declive de masa muscular se produce lo que se denomina como sarcopenia, que en muchas ocasiones suele ir aparejado de un aumento de grasa en el mismo tejido (obesidad sarcopénica). Se ha demostrado que existe una asociación entre el aumento de la misma debida a un mal grado de condición física y una reducción en la capacidad funcional junto con el aumento de cualquier causa de morbi-mortalidad. Hecho que no ocurre con las personas que no la poseen o que se encuentran con niveles más reducidos y acordes a una disfunción biológica asociada con su edad (27).

Además de este efecto beneficioso de la actividad física sobre la composición corporal, desde hace relativamente poco tiempo se estudia el posible efecto perjudicial tanto de la falta de la misma como del sedentarismo.

En niños/as de 10-12 años se ha comprobado cómo un cumplimiento de las recomendaciones de actividad física de moderada a vigorosa (AFMV), asociado a una reducción del periodo de sedentarismo, provoca beneficios sobre el peso corporal, siendo en los niños, más relevante el tiempo de AFMV que el tiempo de sedentarismo (28). En cambio, en una revisión sistemática llevada a cabo en 2015 referente a adolescentes, se ha comprobado que comportamientos sedentarios se asocian con un aumento del tejido adiposo, independientemente de la ingesta dietética (29). El tiempo de sedentarismo aumenta durante la época escolar de niños y adolescentes en 30 min/año, con un consecuente aumento de peso de 5,7 % y 5,8 % en niños y niñas, respectivamente (30). Pese a ello, en lugares como España, las horas de Educación Física se siguen reduciendo, cuando está más que demostrado el efecto beneficioso del ejercicio físico sobre la salud en general y la composición corporal en particular. Para niños y adolescentes la literatura científica no ofrece datos claros entre los cambios en los comportamientos sedentarios y los que acontecen en el tejido adiposo, por lo que queda evidente un espacio en este sentido para futuras líneas de investigación, aunque sí que se han demostrado los beneficios que un aumento de condición física suponen sobre la salud de los niños, adolescentes y personas de cualquier rango de edad (9, 31).

Sin embargo, en adultos sí parece existir una relación más directa entre comportamientos sedentarios y el aumento del tejido adiposo. Los patrones de comportamiento en los tiempos de sedentarismo también cogen cada día más fuerza, con una relación que indica que tiempos menos fragmentados de sedentarismo están asociados con elevados niveles de tejido adiposo corporal total y del relativo con sus extremidades inferiores, tanto en hombres como en mujeres (32). Por lo tanto, aquellas personas que rompen el sedentarismo con descansos en forma de paradas activas más frecuentes (aproximadamente cada 30 min) consiguen reducir la acumulación de grasa en comparación con aquellas otras que realizan periodos sedentarios más prolongados. Por lo

que se puede argumentar que en adultos, con mayor fuerza de lo que ocurre en los niños y adolescentes, es más importante el tiempo y tipo de sedentarismo, para reducir los niveles de obesidad y el acúmulo de masa grasa. La

reducción del sedentarismo se debe asociar al cumplimiento de las recomendaciones de actividad física, para conseguir un IMC y un porcentaje de grasa corporal adecuados.

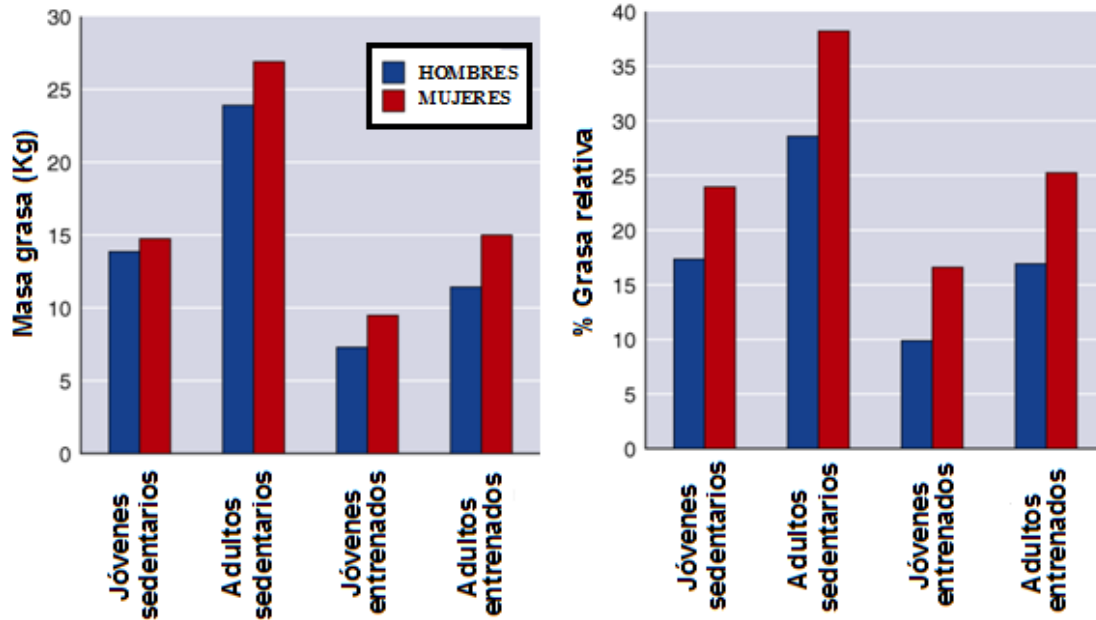
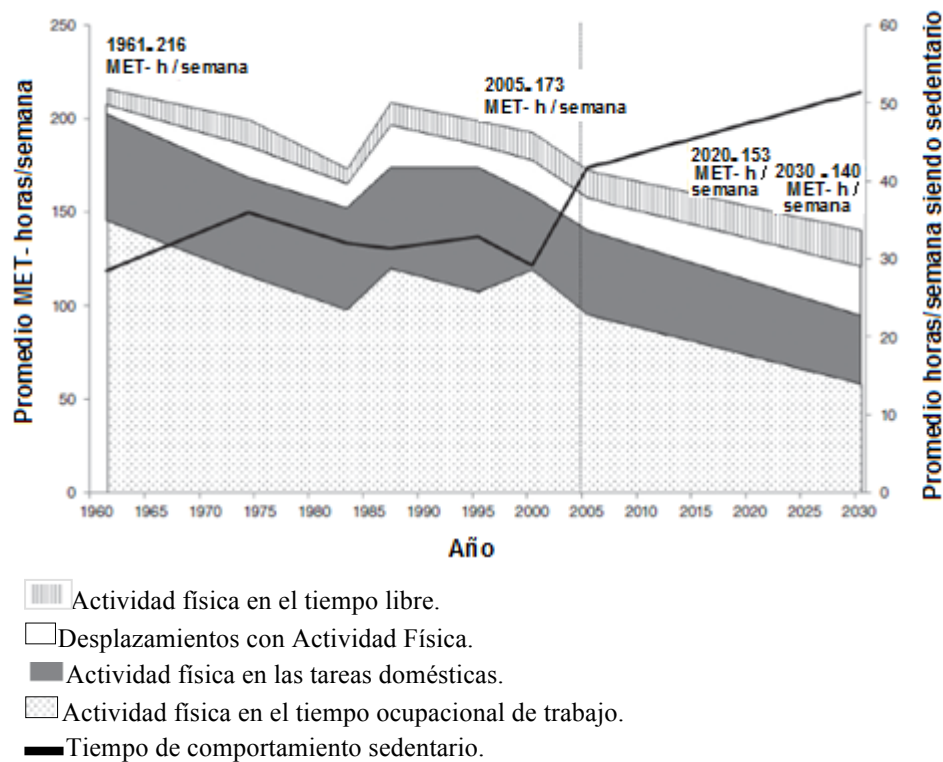


Figura 3: Incremento de la obesidad sarcopénica en las personas inactivas y de avanzada edad. Modificado de Jack et al. (60).

### 3. LA INACTIVIDAD FÍSICA

Los niveles de actividad física en los cuatro ámbitos (laboral, de ocio, de transporte y doméstico) han disminuido sustancialmente con el paso de los años, con previsiones de retroceso muy severas a nivel mundial. En 2010, el 81 % de adolescentes de entre 11 y 17 años (84 % niñas y 78 % niños) y alrededor del 23 % de los adultos de 18 o más años de edad aportaron datos de no ser suficientemente activos (20 % de hombres y 27 % mujeres). Porcentajes que se ven incrementados en los países de ingresos elevados, con un 26 % y 35 % de hombres y mujeres de población adulta, respectivamente, que poseen niveles más elevados que el 12 % de hombres y 24 % de mujeres de los países de bajos ingresos económicos, que no cumplen las recomendaciones mínimas de actividad física que promueve la OMS (33).

En EEUU se espera que para el 2030 la población adulta sólo realice una media actividad física de 126 MET horas/semana mientras se está despierto, en comparación a los 235 MET horas/semana que se realizaban en 1965. A esto se añade el paso de unas 25 horas/semanales de sedentarismo a 40 h/semana, entre las dos fechas (Figura 4). Estos datos son similares en UK, Brasil y China (34) y previsiblemente habrá una tendencia equivalente en el resto del mundo. En España carecemos de datos longitudinales en relación a la AF y el sedentarismo. Datos recientes del estudio ANIBES indican que el 27,0 % de la población adulta (18-75 años) y el 55,4 % de los niños y adolescentes (9-17 años) no cumplen las recomendaciones internacionales de AF (niños y adolescentes: <420 min/semana Actividad física moderada - vigorosa (AFMV) y adultos <150 min/semana Actividad Física Moderada (AFM) o <75 min/semana Actividad Física Vigorosa (AFV) (42).



**Figura 4. Horas a la semana de actividad física de los adultos de Gran Bretaña y horas a la semana de comportamiento sedentario medido en Equivalentes Metabólicos de Tareas (MET) desde 1961 a 2005 y pronosticado desde 2006 a 2030.** (Modificado de Ng & Popkin, 2012) (34).

Fuente: Estudios multinacionales del uso del tiempo (MTUS)v. 5.52 (1961, 1983, 1967) y v5.8 (1974,1995,2000, 2005). Aplicando el compendio de actividad física que mide los valores de intensidad en MET y reporta el tiempo de gasto físico a través de la codificación de 41 MTUS de actividades ocupacionales.

Actualmente, la OMS recomienda realizar en niños de 5-17 años al menos 60 min de AFMV todos los días. Para adultos de 18-64 años, al menos un mínimo de 150 minutos a la semana de AFM o 75 min/semana de AFV, en periodos de al menos 10 minutos y sabiendo que el doble de minutos de este tipo de trabajo aportaría beneficios extras, así como trabajar la fuerza muscular de los grandes grupos musculares, para acondicionar físicamente nuestro cuerpo con esta capacidad, en al menos dos sesiones semanales. Las personas mayores de 65 años deberían, además, cumplir las recomendaciones mínimas del grupo de edad anterior, incluir dos sesiones en las cuales trabajar

el equilibrio, para prevenir las caídas, principalmente en personas de movilidad reducida (35) (Tabla 1).

Las recomendaciones mínimas de actividad físicas pautadas por la OMS no se cumplen y los índices de inactividad física son cada vez más elevados para cualquier grupo de edad (36). A pesar de los conocidos beneficios que el cumplimiento de dichas recomendaciones pueden aportar sobre el control del peso corporal y de la salud en general (37).

**Tabla 1. Recomendaciones de actividad física, encomendadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2010 (35).**

Grupo de EDAD	RECOMENDACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA	COMENTARIOS ADICIONALES
5 – 17 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los niños y jóvenes de 5 a 17 años deben acumular <b>al menos 60 minutos</b> de actividad física de <b>intensidad moderada a vigorosa diariamente</b>.</li> <li>- Cantidades de más de 60 minutos de actividad física proporcionan beneficios de salud adicionales.</li> <li>- La mayoría de la actividad física diaria debe ser aeróbica. Deberían incluirse actividades de intensidad vigorosa, incluyendo aquellas que fortalecen músculo y hueso, al menos 3 veces por semana.</li> </ul>	<p>Para este grupo de edad, las actividades de carga de hueso pueden realizarse como parte de jugar, correr, girar o saltar.</p> <p>Con el fin de mejorar la aptitud cardiorrespiratoria y muscular, salud ósea y biomarcadores de la salud cardiovascular y metabólico.</p>
18 – 64 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adultos deberían practicar al menos <b>150 minutos de actividad física aeróbica de intensidad moderada</b> durante toda la <b>semana o hacer al menos 75 minutos de actividad física aeróbica vigorosa</b> a lo largo de la <b>semana o una combinación equivalente</b> de actividad de <b>intensidad moderada y vigorosa</b>.</li> <li>- Actividad aeróbica debe realizarse en <b>franjas</b> de al menos <b>10 minutos de duración</b>.</li> <li>- <u>Para beneficios de salud adicionales, deben incrementar su actividad física aeróbica de intensidad moderada a 300 minutos por semana, o participar en 150 minutos de actividad física aeróbica vigorosa por semana, o una combinación equivalente de actividad de intensidad moderada y vigorosa.</u></li> <li>- Actividades de <b>fortalecimiento muscular</b> deben hacerse implicando los principales grupos musculares en <b>2 ó más días a la semana</b>.</li> </ul>	<p>Para estos grupos de edad, la actividad física incluye la actividad física de tiempo libre (por ejemplo: caminar, bailar, jardinería, senderismo, natación), transporte (por ejemplo caminando o en bicicleta), laborales (si el individuo todavía trabaja), las tareas del hogar, juegos, deportes o ejercicio planeado, en el contexto de las actividades diarias, familia y comunidad.</p> <p>Con el fin de mejorar la aptitud cardiorrespiratoria y muscular, ósea y funcional de la salud, reducir el riesgo de las enfermedades no transmisibles, depresión y deterioro cognitivo.</p>
> 65 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Ídem</b> grupo de <b>adultos</b> de 18 a 64 años.</li> <li>- Trabajar el <b>equilibrio</b> y la <b>coordinación</b> para <b>evitar caídas</b>.</li> <li>- Cuando los adultos mayores no pueden hacer la cantidad recomendada de actividad física debido a las condiciones de salud, deberían estar físicamente activos en función de lo que permitan su condición.</li> </ul>	

### 3.1. Patrones de actividad física y sedentarismo diferenciados por sexo:

Por sexo existe una marcada diferencia entre los patrones de actividad física total y, en concreto, el porcentaje de tiempo de AFMV que realiza el sexo masculino con respecto al femenino a todas las edades, sufriendo ambos un descenso con la edad. Los niveles de sedentarismo son prácticamente iguales por sexo en la etapa preescolar, pero progresivamente va en aumento en ambos sexos con el paso de las etapas escolares, siendo mayor en las mujeres y ocurre una regresión en la etapa adulta, donde a mayor edad es más elevado el tiempo de sedentarismo del hombre con respecto al de la mujer (38).

### 3.2. Patrones del IMC relacionados con el nivel de educación y sexo:

Es también sabido, como el nivel académico de las personas, valorado mediante la clasificación internacional estándar ISCED (version1997: nivel ISCED 0–2, 3 y 4, 5 y 6) se correlaciona de forma inversamente proporcional con el índice de masa corporal (IMC), en todos los rangos de edad y prácticamente en la mayoría de países europeos, ofreciendo datos más significativos en las mujeres que en los hombres.

### 3.3. Diferencias de IMC entre los países del Norte y Sur de Europa:

También existe diferencia entre la prevalencia de obesidad y sobrepeso de los países del Norte y del Sur de Europa, siendo mucho más elevados los IMC en los países del Sur (39), tal y como muestran estudios realizados con adolescentes. Analizando los resultados obtenidos en el proyecto HELENA en Suecia, Austria, Bélgica, Alemania, Francia y Hungría, como países representativos del Norte, frente a los datos obtenidos de la representación de los países Europeos del Sur, a través de los países como España, Italia, Grecia (incluido Creta) e Italia y que a su vez se asocia con niveles inferiores en cuanto a la recomendación de los niveles mínimos de actividad física recomendados y por tantos llevando estilos de vida más sedentarios. (40).

### 3.4. Diferencias de la práctica de actividad física con respecto al lugar de residencia:

Por otro lado, parece ser que el tamaño del área de residencia condiciona el nivel de actividad física en algunas de las tareas diarias, con independencia del nivel económico de las personas. Así se ha determinado, a nivel europeo en el proyecto SPOTLIGHT que ofrece valores más elevados de comportamientos sedentarios en las personas que habitan áreas de residencia más extensas, al

Physical activity: anything more than energy expenditure

igual que a su vez emplean más tiempo al día en transporte activo las personas que viven en áreas urbanas, con respecto a las que lo hacen en el medio rural, con independencia del estatus económico (41, 42). Si analizamos el tipo de actividad física, en alguna región de España se ha comprobado cómo en adultos de más de 65 años la cantidad de actividad física de las personas que viven en zonas rurales es mayor que la de las personas que lo hacen en medios urbanos (43), y ocurre lo mismo a nivel nacional con los adolescentes (44), aportando también mejores niveles de condición física cardiorrespiratoria y muscular, así como IMC y pliegues subcutáneos de grasa más bajos los jóvenes que viven en el medio rural con respecto a los que viven en el medio urbano (45).

### *3.5. Razones manifestadas hacia el retroceso de actividad física:*

Aunque la mayoría de los jóvenes, adolescentes y adultos reconocen los beneficios que la práctica regular de actividad física, efectuada de forma apropiada, tiene sobre la salud, existen barreras y falta de adherencia para adquirirla como un hábito de vida (46). Las diferentes causas para incumplir las recomendaciones de actividad física que ofrece la OMS son diversas, desde la falta de recursos de las instituciones, no encontrar compañeros con quien realizar ejercicio, la ausencia de recursos económicos suficientes, etc. Pese a ello, hay un denominador común para todos los rangos de edad y que parece ir en aumento y ser la causa principal del declive en cuanto a la práctica de actividad física y es la ausencia o falta de tiempo, uno de los motivos principales que indican las personas para poder llevar a cabo una vida más activa (47, 48).

## **4. EJERCICIO FÍSICO Y ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR**

A nivel mundial, la primera causa de mortalidad viene dada por enfermedades relacionadas con el aparato circulatorio (49, 50). En nuestro país, según los datos del INE de 2013, las enfermedades cardiovasculares supusieron la principal causa de muerte con un 30,01 %/año, con un porcentaje más elevado en mujeres que en hombres y la cifra, en lugar de reducirse, parece ser, según los datos globales y la mayor esperanza de vida, va a continuar en aumento.

Por otro lado, podemos denominar como factor de riesgo, a todas aquellas variables o situaciones que aumentan la probabilidad de sufrir una determinada enfermedad. Los factores de riesgo cardiovascular se pueden dividir en dos bloques: modificables (tabaquismo, dislipidemia, hipertensión arterial, diabetes, estrés, obesidad y sedentarismo) y no modificables: (genética, edad y sexo).

El sedentarismo y la inactividad física se asocian a la obesidad y todas ellas están determinadas como una de las principales causas de riesgo cardiovascular, precisamente la enfermedad isquémica cardíaca y enfermedad cerebrovascular, que en su conjunto suponen un 60 % de

todas las muertes de este tipo, aunque todas ellas podríamos englobarlas bajo un denominador común: la arterioesclerosis y su principal complicación a través de la aterotrombosis. La Sociedad Americana del Corazón y otras entidades de reconocido prestigio como el ACSM reconocen que las recomendaciones de actividad física deberían darse en su conjunto, junto con la adquisición de un comportamiento que demuestre y ponga en práctica hábitos de vida saludables (buena alimentación, disminución del uso de bebidas alcohólicas y supresión del tabaquismo y control del estrés), algo que ya hizo nuestro grupo en 2008 (51).

El uso de la actividad física como método de rehabilitación cardíaca tiene su origen en los años 50. En 1951, Levine y Lown indicaron los beneficios del realizar cambios posturales y movilización precoz en pacientes con infarto de miocardio (52). En esos años Morris y col. observaban las fatales consecuencias que tenía la inactividad física en el trabajo (5) y lógicamente transferible a cualquier ámbito global de la vida. Aunque no fue hasta a partir de la década de 1970 cuando aparecieron las primeras unidades de cuidados del corazón, comenzando entonces lo que hoy se conoce como rehabilitación cardíaca. En la actualidad estos servicios mantienen el objetivo de facilitar la recuperación física, fisiológica y emocional, y posibilitar por tanto una salud integral a los pacientes que han sufrido una patología cerebrovascular o isquémica del corazón.

En España la atención primaria y secundaria no cuenta con una red global del tratamiento preventivo y rehabilitador de las enfermedades cardiovasculares, aunque estamos seguros de que las ideas que están emergiendo y el impulso de los colectivos médicos deportivos, de atención primaria, pediatras y demás personal dedicado al ámbito de la salud, terminarán implantando los mismos en el sistema sanitario. Hay varios centros hospitalarios que ya cuentan con programas rehabilitadores y constituyen un ejemplo de cómo deberemos promover y mejorar sus ideas para prevenir, tratar y rehabilitar a los pacientes que pueden encontrarse en riesgo evidente de sufrir, estén o hayan padecido alguna enfermedad cardiovascular. Buscando además de una mejora de la salud y calidad de vida de las personas, junto con un ahorro en el coste sanitario debido a la disminución de ingresos y tratamientos hospitalarios.

## **5. EJERCICIO FÍSICO Y FUNCIÓN COGNITIVA**

La investigación entre la relación de la práctica de ejercicio físico y su repercusión en la función cognitiva es relativamente reciente. Los estudios sobre el sedentarismo han tenido una visión reducida únicamente hacia el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, respiratorias, metabólicas, obesidad o diabetes. Aunque en la actualidad existe evidencia científica para demostrar el efecto que tiene el ejercicio físico o la ausencia del mismo, en enfermedades relacionadas directamente con la función cognitiva, al mismo tiempo que se conoce como cualquier factor estresante de la vida, puede ser reducido con la



práctica habitual de ejercicio físico.

El efecto que tiene la práctica de ejercicio físico sobre el aspecto cognitivo del ser humano, es un hecho que ha interesado desde hace ya muchos años, pero es en las últimas décadas cuando está adquiriendo dimensiones científicas emergentes más notorias. Esto probablemente se deba a dos cuestiones principales, ambas relacionadas entre sí, una de ellas el aumento desmesurado de enfermedades psicosociales y la otra el avance tecnológico, con nuevas técnicas para observar, medir y analizar los datos obtenidos en los diferentes casos de estudio. Son cada vez mayores las conclusiones que se obtienen tanto de los efectos agudos como crónicos que el ejercicio físico puede tener para regular y modificar la función cognitiva del ser humano a cualquier edad, tales como la inteligencia o capacidad de razonar de forma más rápida y abstracta, la concentración en las tareas, retención de conocimientos, rendimiento académico o laboral y el general en cualquier aspecto de la vida relacionado con la función cognitiva y socio-afectiva (6-8).

Está demostrado que el ejercicio ejerce un efecto inductor de la síntesis de neurotransmisores. En el caso concreto de la serotonina presenta un papel importante de la inhibición de los estados de ira y agresión, regulación de la temperatura corporal, el humor, el sueño, la sexualidad y el apetito, entre otros. Durante el ejercicio físico de intensidad submáxima y larga duración, cuando se produce la lipólisis y mayor liberación de los ácidos grasos al torrente sanguíneo, entrando en funcionamiento la vía lipolítica aeróbica, los ácidos grasos evitan la unión del triptófano a la albúmina plasmática, el triptófano queda libre y puede atravesar fácilmente la barrera hematoencefálica y transformarse en serotonina.

Los neurotransmisores tienen un profundo impacto en los estados de ánimo, en el sueño y en nuestra función motora. El funcionamiento inadecuado de los mismos puede ocasionar desde pérdidas funcionales momentáneas, debido a la mala transmisión de nuestros impulsos nerviosos por vía aferente a nuestro cerebro como en la respuesta por la vía eferente para inervar las células motoras que ejecutan el movimiento, como otras patologías más a largo plazo, como la depresión, pérdida de memoria o hasta demencia tipo Alzheimer (53). La evidencia científica sugiere que la nutrición es un aspecto también muy importante para prevenir el deterioro cognitivo.

Muchas personas mayores pierden o tienen el apetito reducido debido a las bajas concentraciones plasmáticas y cerebrales del neuropéptido Y, así como de adrenalina neuronal, ambos compuestos son favorecedores de la estimulación del apetito.

Los problemas cognitivos y psicológicos representan un reto para las sociedades modernas. Estudios epidemiológicos han demostrado tasas de entre el 10-20 % de prevalencia en niños y adolescentes, con problemas psicológicos y conductuales y se viene estimando que en torno a un tercio de los mismos (4,7 % del total) necesitarían tratamiento psicológico (54) (55). La

depresión y la ansiedad son los trastornos más comunes, aunque también los trastornos de alimentación aparecen como una de las causas más comunes entre jóvenes, principalmente en el género femenino (56). En las escuelas de educación primaria el porcentaje de alumnos con desórdenes y trastornos de déficit de atención con hiperactividad es muy elevado. Existen datos que indican que el 11,32 % del total de los niños de entre 6 y 11 años lo padecen, distinguiendo un porcentaje mayor entre niños (66,7 %) comparado con el 33,3 % de las niñas (57).

El ejercicio físico regular se ha demostrado que tiene efectos muy positivos sobre los niños que poseen estos problemas de conducta, ya que incrementa notablemente el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), elemento esencial para el desarrollo normal del cerebro, que se asocia directamente con la conducta y promueve salud y calidad de vida, cuando sus valores se incrementan por la acción del ejercicio físico.

También existen multitud de estudios que demuestran que un mayor grado de participación en actividades físicas curriculares (Educación física) y extracurriculares poseen efectos beneficios sobre el funcionamiento cognitivo y el rendimiento académico en niños y adolescentes. Por otro lado y en contraposición con lo anterior, hay evidencias consistentes entre la asociación negativa entre la salud mental y el comportamiento sedentario (58) y asociaciones de comorbilidad con problemas mentales, provocados por estas conductas inactivas.

Asimismo, existen complejas relaciones entre envejecimiento, nutrición y ejercicio físico, que adquieren una mayor complejidad si además se correlacionan con la variable función cognitiva. En los últimos años se ha comprobado que las enfermedades neurodegenerativas cursan con una pérdida de células nerviosas que conducen a una pérdida de funcionalidad en la vida de las personas que la sufren. Al mismo tiempo se sabe que un mayor grado de condición física, principalmente muscular, provoca beneficios en el estado cognitivo y que en su globalidad nos aportará mayor grado de salud mental, física y emocional, con lo que se gana en salud y calidad de vida y aumenta la longevidad.

De todas las enfermedades relacionadas con el deterioro cognitivo asociadas con la edad, la demencia tipo Alzheimer es sin duda la más prevalente, trastorno neurodegenerativo, con varias fases que pueden llegar a durar de entre 10 a 12 años y en la que la acción del ejercicio puede ayudar a prevenir y paliar la evolución de la misma (53).

## 6. CONCLUSIONES

Es evidente que como perspectiva de futuro debemos intentar cambiar los conceptos como sedentarismo, inactividad física, mala alimentación, falta de horas de sueño y demás hábitos nocivos para nuestro organismo, por sus contrapuestos equivalentes. Porque cada vez hay más evidencia de que el declive funcional y el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles, como la obesidad, emana de la interacción de las mencionadas

causas. La ciencia farmacéutica y médica avanza para intentar principalmente poner un tratamiento contra la epidemia de enfermedades crónicas que nos invade progresivamente. Pero, según lo revisado en este artículo, el ejercicio físico puede considerarse como una medicina real y demostrada para prevenir y tratar estas enfermedades.

## 7. REFLEXIÓN PERSONAL

"*Exercise is Medicine*" es una iniciativa global respaldada por el ACSM que pretende entre sus objetivos promocionar e implantar tratamientos preventivos y terapéuticos de programas de ejercicio físico adaptados a cada persona, iniciada en los centros de atención primaria. Este ambicioso proyecto tiene el propósito de disminuir la prevalencia de sedentarismo y aumentar la práctica de actividad física reduciendo los riesgos de salud asociados a la inactividad física. Además de que el ejercicio físico constituya un pilar básico en el tratamiento de las enfermedades crónicas no transmisibles de mayor prevalencia en nuestro país, entre ellas la obesidad.

La red de investigación en actividad física y salud (EXERNET; [www.spanishexernet.com](http://www.spanishexernet.com)), que agrupa a la mayoría de grupos de investigación españoles en actividad física y salud, impulsora de la red nacional de ("Exercise is Medicine")(CURSIVA) en España, apoya la idea en la que se posicionó el ACSM, indicando que:

*"Aunque ninguna cantidad de actividad física puede frenar el proceso biológico de envejecimiento, hay suficientes evidencias de que el ejercicio físico regular puede minimizar los efectos fisiológicos de un estilo de vida sedentario y aumentar la esperanza de vida, limitando el desarrollo y progresión de las enfermedades crónicas y condiciones incapacitantes"*. El reciente lanzamiento de Exercise is Medicine Spain pretende dar impulso y promover y continuar este posicionamiento en España.

Además de los centros de salud y atención primaria, consideramos las escuelas como un lugar idóneo para promover la práctica de actividad física, ya que es un lugar donde acuden todos los niños de forma constante y a una edad temprana, adecuada para conseguir inculcar unos hábitos de estilo de vida saludables que se mantengan en el futuro en la edad adulta. Para ello, se considera al profesorado del área de educación física como el verdadero promotor e impulsor de la idea, y al resto de la comunidad educativa como su verdadero aliado que repercutirá en la salud de todas las personas en un futuro y su consecuente aumento de calidad de vida durante el transcurso de sus vidas.

## 8. CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no poseen ningún conflicto de intereses.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. 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. *Lancet*. 2014;384(9945):766-81. Epub 2014/06/02.
2. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(2):459-71. Epub 2009/01/08.
3. Kelishadi R, Mirmoghtadaee P, Najafi H, Keikha M. Systematic review on the association of abdominal obesity in children and adolescents with cardio-metabolic risk factors. *J Res Med Sci: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2015;20(3):294-307. Epub 2015/06/26.
4. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjostrom M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(1):1-11. Epub 2007/11/29.
5. Morris JN, Heady JA, Raffle PA, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart-disease and physical activity of work. *Lancet*. 1953;265(6796):1111-20; concl. Epub 1953/11/28.
6. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci*. 2008;9(1):58-65. Epub 2007/12/21.
7. Chaddock L, Erickson KI, Prakash RS, Kim JS, Voss MW, Vanpatter M, et al. A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain Res*. 2010;1358:172-83. Epub 2010/08/26.
8. Bherer L, Erickson KI, Liu-Ambrose T. A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. *J Aging Res*. 2013;2013:657508. Epub 2013/10/09.
9. Ruiz JR, Castro-Pinero J, Artero EG, Ortega FB, Sjostrom M, Suni J, et al. Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2009;43(12):909-23. Epub 2009/01/23.
10. Hankinson AL, Daviglius ML, Bouchard C, Carnethon M, Lewis CE, Schreiner PJ, et al. Maintaining a high physical activity level over 20 years and weight gain. *Jama*. 2010;304(23):2603-10. Epub 2010/12/16.
11. Levine JA. Non-exercise activity thermogenesis (NEAT). *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2002;16(4):679-702. Epub 2002/12/07.
12. Cheval B, Sarrazin P, Pelletier L. Impulsive approach tendencies towards physical activity and sedentary behaviors, but not reflective intentions, prospectively predict non-exercise activity thermogenesis. *Plos One*. 2014;9(12):e115238. Epub 2014/12/20.
13. Schubert MM, Sabapathy S, Leveritt M, Desbrow B. Acute exercise and hormones related to appetite regulation: a meta-analysis. *Sports Med*. 2014;44(3):387-403. Epub 2013/11/01.
14. Bailey DP, Broom DR, Christmas BC, Taylor L, Flynn

- E, Hough J. Breaking up prolonged sitting time with walking does not affect appetite or gut hormone concentrations but does induce an energy deficit and suppresses postprandial glycaemia in sedentary adults. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2015;1-8. Epub 2016/02/13.
15. Blundell JE, Gillett A. Control of food intake in the obese. *Obes Res.* 2001;9 Suppl 4:263S-70S. Epub 2001/11/15.
  16. Martin M, Slaby K, Radvansky J, Dankova M, Vetrovska R, Mikes O, et al. Modulation of energy intake and expenditure due to habitual physical exercise. *Curr Pharm Des.* 2016. Epub 2016/04/20.
  17. Achten J, Gleeson M, Jeukendrup AE. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(1):92-7. Epub 2002/01/10.
  18. Egan B, Ashley DT, Kennedy E, O'Connor PL, O'Gorman DJ. Higher rate of fat oxidation during rowing compared with cycling ergometer exercise across a range of exercise intensities. *Scand J Med Sci Sports.* 2015. Epub 2015/06/11.
  19. Takagi S, Sakamoto S, Midorikawa T, Konishi M, Katsumura T. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation in short-time testing. *J Sports Sci.* 2014;32(2):175-82. Epub 2013/09/11.
  20. Izquierdo M, Ibanez J, K HA, Kraemer WJ, Larrion JL, Gorostiaga EM. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(3):435-43. Epub 2004/04/13.
  21. Schjerve IE, Tyldum GA, Tjonna AE, Stolen T, Loennechen JP, Hansen HEM, et al. Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clin Sci (Lond).* 2008;115(9):283-93.
  22. Rojo-Tirado MA, Benito PJ, Peinado AB, Zapico AG, Calderon FJ. Discriminant models to estimate the body weight loss after a six-month long diet and exercise-based intervention. *J Sports Med Phys Fitness.* 2016;56(1-2):79-84. Epub 2015/02/05.
  23. Benito PJ, Bermejo LM, Peinado AB, Lopez-Plaza B, Cupeiro R, Szendrei B, et al. Change in weight and body composition in obese subjects following a hypocaloric diet plus different training programs or physical activity recommendations. *J Appl Physiol (1985).* 2015;118(8):1006-13. Epub 2015/02/28.
  24. Blair SN, Archer E, Hand GA. Commentary: Luke and Cooper are wrong: physical activity has a crucial role in weight management and determinants of obesity. *Int J Epidemiol.* 2013;42(6):1836-8. Epub 2014/01/15.
  25. Aparicio-Ugarriza R, Mielgo-Ayuso J, Benito PJ, Pedrero-Chamizo R, Ara I, Gonzalez-Gross M. Physical activity assessment in the general population; instrumental methods and new technologies. *Nutr Hosp.* 2015;31 Suppl 3:219-26. Epub 2015/02/27.
  26. Ara I, Aparicio-Ugarriza R, Morales-Barco D, Nascimento de Souza W, Mata E, Gonzalez-Gross M. Physical activity assessment in the general population; validated self-report methods. *Nutr Hosp.* 2015;31 Suppl 3:211-8. Epub 2015/02/27.
  27. Pedrero-Chamizo R, Gomez-Cabello A, Melendez A, Vila-Maldonado S, Espino L, Gusi N, et al. Higher levels of physical fitness are associated with a reduced risk of suffering sarcopenic obesity and better perceived health among the elderly: the EXERNET multi-center study. *J Nutr Health Aging.* 2015;19(2):211-7. Epub 2015/02/05.
  28. De Bourdeaudhuij I, Verloigne M, Maes L, Van Lippevelde W, Chinapaw MJ, Te Velde SJ, et al. Associations of physical activity and sedentary time with weight and weight status among 10- to 12-year-old boys and girls in Europe: a cluster analysis within the ENERGY project. *Pediatr Obes.* 2013;8(5):367-75. Epub 2012/12/15.
  29. Fletcher E, Leech R, McNaughton SA, Dunstan DW, Lacy KE, Salmon J. Is the relationship between sedentary behaviour and cardiometabolic health in adolescents independent of dietary intake? A systematic review. *Obes Rev.* 2015;16(9):795-805. Epub 2015/06/23.
  30. Tanaka C, Reilly JJ, Huang WY. Longitudinal changes in objectively measured sedentary behaviour and their relationship with adiposity in children and adolescents: systematic review and evidence appraisal. *Obes Rev.* 2014;15(10):791-803. Epub 2014/06/06.
  31. Blair SN, Sallis RE, Hutber A, Archer E. Exercise therapy - the public health message. *Scand J Med Sci Sports.* 2012;22(4):e24-8. Epub 2012/03/21.
  32. Chastin SF, Ferriolli E, Stephens NA, Fearon KC, Greig C. Relationship between sedentary behaviour, physical activity, muscle quality and body composition in healthy older adults. *Age ageing.* 2012;41(1):111-4. Epub 2011/07/14.
  33. WHO. Physical activity: Levels of insufficient physical activity. 2015; Disponible en: (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/en/>)
  34. Ng SW, Popkin BM. Time use and physical activity: a shift away from movement across the globe. *Obes Rev.* 2012;13(8):659-80. Epub 2012/06/15.
  35. WHO. World Health Organization global recommendations on physical activity for health. WHO, 2010.
  36. Verloigne M, Van Lippevelde W, Maes L, Yildirim M, Chinapaw M, Manios Y, et al. Levels of physical activity and sedentary time among 10- to 12-year-old boys and girls across 5 European countries using accelerometers: an observational study within the ENERGY-project. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2012;9:34. Epub 2012/04/03.
  37. Van Dyck D, Cerin E, De Bourdeaudhuij I, Hinckson E, Reis RS, Davey R, et al. International study of objectively measured physical activity and sedentary time with body mass index and obesity: IPEN adult

- study. *Int J Obes (Lond)*. 2015;39(2):199-207. Epub 2014/07/06.
38. Spittaels H, Van Cauwenberghe E, Verbestel V, De Meester F, Van Dyck D, Verloigne M, et al. Objectively measured sedentary time and physical activity time across the lifespan: a cross-sectional study in four age groups. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2012;9:149. Epub 2012/12/20.
  39. Ortega FB, Ruiz JR, Labayen I, Martinez-Gomez D, Vicente-Rodriguez G, Cuenca-Garcia M, et al. Health inequalities in urban adolescents: role of physical activity, diet, and genetics. *Pediatrics*. 2014;133(4):e884-95. Epub 2014/03/19.
  40. Ruiz JR, Ortega FB, Martinez-Gomez D, Labayen I, Moreno LA, De Bourdeaudhuij I, et al. Objectively measured physical activity and sedentary time in European adolescents: the HELENA study. *Am J Epidemiol*. 2011;174(2):173-84. Epub 2011/04/07.
  41. Dyck DV, Cardon G, Deforche B, De Bourdeaudhuij I. Urban-rural differences in physical activity in Belgian adults and the importance of psychosocial factors. *J Urban Health*. 2011;88(1):154-67. Epub 2011/01/29.
  42. Compennolle S, Oppert JM, Mackenbach JD, Lakerveld J, Charreire H, Glonti K, et al. Mediating role of energy-balance related behaviors in the association of neighborhood socio-economic status and residential area density with BMI: The SPOTLIGHT study. *Prev Med*. 2016;86:84-91. Epub 2016/01/23.
  43. Cancela Carral JM, Ayan Perez C. Influencia de los factores sociodemograficos en la actividad fisica habitual de la tercera edad: un estudio piloto. *Aten Primaria*. 2008;40(5):264-5. Epub 2008/05/17.
  44. Mielgo-Ayuso J, Aparicio-Ugarriza R, Castillo A, Ruiz E, Avila JM, Aranceta-Batrina J, et al. Physical Activity Patterns of the Spanish Population Are Mostly Determined by Sex and Age: Findings in the ANIBES Study. *Plos One*. 2016;11(2):e0149969. Epub 2016/02/26.
  45. Chillon P, Ortega FB, Ferrando JA, Casajus JA. Physical fitness in rural and urban children and adolescents from Spain. *J Sci Med Sport*. 2011;14(5):417-23. Epub 2011/05/31.
  46. CSD. Los hábitos deportivos de la población escolar en España. 2011. Disponible en: (<http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/dep-escolar/encuesta-de-habitos-deportivos-poblacion-escolar-en-espana.pdf>)
  47. Strazdins L, Broom DH, Banwell C, McDonald T, Skeat H. Time limits? Reflecting and responding to time barriers for healthy, active living in Australia. *Health Promot Int*. 2011;26(1):46-54. Epub 2010/10/19.
  48. Alsubaie AS, Omer EO. Physical Activity Behavior Predictors, Reasons and Barriers among Male Adolescents in Riyadh, Saudi Arabia: Evidence for Obesogenic Environment. *Int J Health Sci*. 2015;9(4):400-8. Epub 2015/12/31.
  49. OMS. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. 2009. Disponible en: ([http://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/GlobalHealthRisks\\_report\\_full.pdf](http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf))
  50. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012;380(9859):2224-60. Epub 2012/12/19.
  51. Gonzalez-Gross M, Gomez-Lorente JJ, Valtuena J, Ortiz JC, Melendez A. The "healthy lifestyle guide pyramid" for children and adolescents. *Nutr Hosp*. 2008;23(2):159-68. Epub 2008/05/30.
  52. Levine SA, Lown B. "Armchair" treatment of acute coronary thrombosis. *J Am Med Assoc*. 1952;148(16):1365-9. Epub 1952/04/19.
  53. Scherder E, Eggermont L, Sergeant J, Boersma F. Physical activity and cognition in Alzheimer's disease: relationship to vascular risk factors, executive functions and gait. *Rev Neurosci*. 2007;18(2):149-58. Epub 2007/06/28.
  54. Prior M. Childhood temperament. *J Child Psychol Psychiatry*. 1992;33(1):249-79. Epub 1992/01/01.
  55. Prior M, Smart D, Sanson A, Oberklaid F. Does shy-inhibited temperament in childhood lead to anxiety problems in adolescence?. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2000;39(4):461-8. Epub 2000/04/13.
  56. Martin GC, Wertheim EH, Prior M, Smart D, Sanson A, Oberklaid F. A longitudinal study of the role of childhood temperament in the later development of eating concerns. *Int J Eat Disord*. 2000;27(2):150-62. Epub 2000/02/05.
  57. Venkata JA, Panicker AS. Prevalence of Attention Deficit Hyperactivity Disorder in primary school children. *Indian J Psychiatry*. 2013;55(4):338-42. Epub 2014/01/25.
  58. Tremblay MS, Leblanc AG, Janssen I, Kho ME, Hicks A, Murumets K, et al. Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2011;36(1):59-64; 5-71. Epub 2011/02/18.
  59. Paffenbarger RS, Jr., Hyde RT, Wing AL, Hsieh CC. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *N Engl J Med*. 1986;314(10):605-13. Epub 1986/03/06.
  60. Jack H, Wilmore JC, Costill DL. Fisiología del esfuerzo y del Deporte. Barcelona. 5ª Edición, S.L. Editorial Paidotribo, 2004.