

Monograph

Revisión del Concepto “Físicamente Apto pero Gordo”: Estimaciones Poblacionales Realizadas con NHANES

Glen E Duncan

Department of Epidemiology, Nutritional Sciences Program, University of Washington, Seattle, WA 98195, Estados Unidos.

RESUMEN

En adultos la baja aptitud cardiovascular es un factor de riesgo para la diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares. El concepto “físicamente apto pero gordo” sugiere que la aptitud cardiovascular atenúa el riesgo de presentar enfermedades metabólicas y cardiovasculares, independientemente del índice de masa corporal (IMC), inclusive entre los sujetos obesos. Sin embargo, se desconoce la proporción de adultos de EEUU que se consideran aptos y obesos. En tal sentido, los objetivos de ésta corta publicación fueron estimar la proporción de adultos de EEUU que, a pesar de ser obesos tienen un nivel elevado de aptitud cardiovascular (físicamente aptos pero gordos), y determinar el efecto independiente de la obesidad sobre la aptitud cardiovascular. El estudio consistió en un análisis secundario de datos de 4675 adultos (20-49 años) que realizaron un test de ejercicios de intensidad submáxima, de la Encuesta Nacional de Evaluación de Salud y Nutrición (1999-2002). La aptitud cardiovascular y el peso corporal fueron expresados como variables continuas [VO_2 máx. estimado ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) y el IMC ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) y como variables categóricas (nivel de aptitud cardiovascular bajo, moderado, alto; peso normal, sobrepeso y obeso), donde en el último caso se utilizaron criterios específicos para edad y sexo del Estudio longitudinal del Centro *Aerobics* y de puntos de corte de IMC estándar, respectivamente. A través de estos métodos, la prevalencia de cumplir con la definición de físicamente apto pero gordo entre los adultos de EEUU fue de 8,9% (95% C.I. = 6,9 - 10,9%), mientras que 17,4% presentaron sobrepeso y elevada aptitud y 30% presentaron peso normal y aptitud elevada. Es importante destacar que la proporción de aptitud cardiovascular baja, moderada y alta fue significativamente diferente ($p < 0,05$) entre las diferentes categorías de IMC. Por medio de análisis de regresión múltiple se determinó que el ser obeso se asociaba con un VO_2 máx. 9,2% más bajo que el de la categoría de peso normal, incluso luego de realizar los ajustes para edad, sexo, raza/etnia, e ingresos. Estos resultados sugieren que un pequeño porcentaje de los adultos de EEUU puede ser considerado físicamente apto pero gordo, y que la obesidad se relaciona de manera independiente con una menor aptitud cardiovascular. La explicación probable de la baja proporción de adultos de EEUU que pueden ser considerados físicamente aptos pero gordos, es el bajo nivel de actividad física, que contribuye tanto con un balance energético positivo como con una baja aptitud física. Así, que los adultos obesos participen en actividad física que sea suficiente para mejorar la aptitud cardiovascular, podría ayudar a reducir no solo el peso corporal, si no que también los graves problemas de salud de ésta población.

Palabras Clave: aptitud física, sobrepeso, obesidad, IMC, máximo consumo de oxígeno

INTRODUCCION

Un nivel elevado de actividad física y/o aptitud cardiovascular atenúan los riesgos de salud asociados con el sobrepeso y la obesidad (1,11), aunque no está claro si la actividad o la aptitud pueden eliminar los riesgos (12,13). Una recomendación habitual para mejorar la aptitud cardiovascular y promover la pérdida de peso en personas con sobrepeso y obesas, es aumentar la actividad física (14). Sin embargo, los niveles de actividad física en la población se encuentran muy por debajo de los recomendados para obtener beneficios para la salud (15), y los índices de recomendaciones por parte de los profesionales de la salud para mantener condiciones de vida saludables en los pacientes con sobrepeso u obesos también es típicamente baja (16).

Dados los elevados índices de obesidad y los bajos índices de actividad física en la población, no queda claro como tantos adultos de EEUU pueden ser considerados físicamente aptos y obesos (“ físicamente aptos pero obesos”). El objetivo de éste corto trabajo de investigación consistió en estimar la proporción de adultos de EEUU que son clínicamente obesos según los estándares de índice de masa corporal (IMC), y aun así tienen un elevado nivel de aptitud cardiovascular estimado a partir de evaluaciones físicas en un estudio poblacional. El autor planteó la hipótesis que los niveles de aptitud cardiovascular varían significativamente según las categorías de IMC, y que la obesidad se asocia de manera independiente con la baja aptitud cardiovascular.

METODOS

Muestra

El estudio consistió en realizar un análisis secundario de los datos de 4675 adultos de edades comprendidas entre los 20 y 49 años que habían realizado un test de ejercicios de intensidad submáxima, en la Encuesta Nacional de Evaluación de Salud y Nutrición (*National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES)) en 1999-2002. El protocolo NHANES fue revisado y aprobado por el Comité de Revisión Institucional del Centro Nacional de Estadísticas Sanitarias (*National Center for Health Statistics*).

Antes de comenzar las evaluaciones, todos los participantes dieron su consentimiento informado por escrito.

Evaluaciones

Los detalles de los procedimientos de los componentes de aptitud cardiovascular de NHANES, están disponibles en todos lados (17). Brevemente, los participantes fueron seleccionados mediante cuestionarios y evaluaciones físicas. Los individuos fueron excluidos del estudio si presentaban ciertas condiciones médicas, consumo de medicamentos y limitaciones físicas que pudieran intervenir con las respuestas cardiovasculares al ejercicio. La evaluación de la aptitud física fue realizada por profesionales técnicos de la salud entrenados en el uso de un protocolo común. El objetivo de cada test fue producir una frecuencia cardíaca que fuera equivalente al 75% de la máxima estimada para la edad (220-edad). El test consistía en 2 minutos de entrada en calor, dos etapas de ejercicio de 3 minutos y un período de vuelta a la calma de 2 minutos. La frecuencia cardíaca se monitoreó de manera continua y al final de cada etapa se midió la presión sanguínea con un monitor electrónico automático. El test se daba por finalizado en aquellas personas que presentaran síntomas o signos anormales (ej. dolor o presión en el pecho) o respuestas anormales de frecuencia cardíaca o presión sanguínea (ej. frecuencia cardíaca > 85% de la estimada para la edad o presión sanguínea >260 o 115 mmHg) durante el período de entrada en calor o al finalizar una etapa.

Mediciones

La principal variable de estudio fue el VO_2 máx. ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$) estimado, calculado a partir de la respuesta de frecuencia cardíaca a niveles conocidos de trabajo submáximo. Utilizando los criterios específicos de edad y sexo para adultos de 20 a 49 años establecidos por el Estudio longitudinal del Centro *Aerobics* (ACLS), el VO_2 máx. estimado fue también dividido en categorías según el nivel de aptitud cardiovascular bajo, moderado o elevado.

Específicamente, se consideró aptitud cardiovascular baja cuando el VO_2 máx. estimado se encontraba por debajo del percentil 20 con respecto a los valores del ACLS para grupos de la misma edad y sexo, la aptitud moderada se situaba entre los percentiles 20 y 59 y aptitud física elevada en el percentil 60 o superior.

La talla se determinó con un estadiómetro y el peso con una balanza autocalibrable con los sujetos descalzos y vestidos con

ropa liviana. El IMC se calculó en kg.m^{-2} (variable continua) y además también fue expresado como variable discontinua/categorica utilizando los puntos de corte estándares donde el peso normal corresponde a $\text{IMC} < 25$, el sobrepeso a $\text{IMC} > 25$ y < 30 , y la obesidad a $\text{IMC} > 30$. Las variables demográficas se obtuvieron por descripción de los mismos participantes.

Análisis Estadísticos

Los datos fueron analizados con el *software* para encuestas SAS versión 9.2. Todos los análisis utilizaron los pesos de la muestra completa de cuatro años (wtmec4yr) para estimar las medias y los intervalos de confianza de 95% (CI) y las correspondientes unidades de variancia oculta (unidades de muestreo pseudo-primarias (SDMVPSU) y las variables pseudo-strato (SDMVSTRA) para estimar los errores estándar de esas medias. Las diferencias entre las variables continuas por nivel de IMC fueron evaluadas utilizando test de regresión lineal. La prevalencia y las diferencias para el nivel de aptitud cardiovascular entre las categorías de IMC fueron comparadas con el test de asociación de Wald χ^2 . El procedimiento proporciona tests de independencia ajustados al diseño (sin asociación) entre las variables de las filas (nivel de aptitud física) y las variables de las columnas (nivel de IMC). La significancia estadística se fijó *a priori* en $\alpha = 0,05$, y las comparaciones múltiples fueron ajustadas con el método de Bonferroni. Seis participantes que tenían valores extremos de VO_2 máx. estimado ($87,5 \text{ mL.min}^{-1}.\text{kg}^{-1}$, que estaban por encima del percentil 99 de la distribución muestral), y todos los participantes con valores de muestreo faltantes o negativos ($n=230$), fueron excluidos del análisis.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los datos seleccionados de la información descriptiva de la muestra. Utilizando los pesos de muestreo NHANES el tamaño de la muestra analizada ($n=4675$) era equivalente a un tamaño de muestra poblacional de $N=143225503$ sujetos. En conjunto $10,3 \pm 1,0\%$ (media \pm error estándar) de los sujetos tenía un nivel de aptitud cardiovascular bajo, $33,4 \pm 1,8\%$ nivel de aptitud medio y $56,3 \pm 2,1\%$ un nivel elevado. Con respecto al nivel de IMC, en conjunto $44,9 \pm 2,0\%$ de los sujetos tenían peso normal, $34,7 \pm 1,8\%$ padecían sobrepeso y $20,4 \pm 1,1\%$ eran obesos.

	Media \pm DS
Edad (años)	33,5 \pm 0,4
VO₂ máx. estimado (mL.min⁻¹.kg⁻¹)	41,7 \pm 0,4
Indice de masa corporal (IMC) kg/m²	26,5 \pm 0,2
Porcentaje \pm DS	
Sexo	
Masculino	54,8 \pm 1,5%
Femenino	45,2 \pm 1,5%
Raza/Etnia	
Mejicano-Americano	6,4 \pm 0,8%
Otros hispanos	5,9 \pm 0,3%
No hispanos Blancos	76,4 \pm 1,6%
No hispanos Negros	7,8 \pm 0,9%
Otras Razas- Incluyendo diferentes razas	3,5 \pm 0,7%

Tabla 1. Algunas de las características descriptivas de los adultos de 20 a 29 años que realizaron el test de esfuerzo progresivo de intensidad submáxima en la Encuesta Nacional de Evaluación de Salud y Nutrición de 1999-2000. Los datos se presentan en forma de media o porcentaje y desvío estándar (SE). *Las variables sexo y raza/etnia suman 100%.

En la Tabla 2 se presentan las diferencias entre las variables principales según la categoría de IMC. No se observaron diferencias ($p > 0,05$) entre los grupos para la edad. Sin embargo, el VO_2 máx. estimado ($\text{mL.min}^{-1}.\text{kg}^{-1}$) fue significativamente más alto en el grupo de peso normal y en el grupo con sobrepeso, en comparación con el grupo de obesos ($p < 0,05$). La distribución del nivel de aptitud cardiovascular fue significativamente diferente ($p < 0,05$) entre las categorías de IMC. En conjunto, el 8,9 % de los sujetos eran obesos y tenían un nivel de aptitud cardiovascular alto, 17,4% tenían sobrepeso y un elevado nivel de aptitud y 30 % tenían peso normal y aptitud elevada.

	Peso Normal	Sobrepeso	Obeso
Edad (Media en años)	32,4±0,8	34,4±0,5	34,5±0,9
VO ₂ max estimado (ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	42,9±0,4 *	41,8±0,9 *	38,7±0,6
Nivel de Aptitud Física (Porcentaje) † §			
Bajo	2,0 ± 0,5 (2920699)	4,3 ± 0,6 (6188369)	3,9 ± 0,5 (5644436)
Medio	12,9 ± 1,3(18451215)	13,0 ± 1,1 (18573013)	7,6 ± 0,8 (10819591)
Alto	30,0 ± 2,3 (42968269)	17,4 ± 0,4 (24868929)	8,9 ± 1,0 (12790983)

Tabla 2. Diferencias en las variables principales entre los diferentes grupos establecidos en función del índice de masa corporal (IMC). Los datos se presentan en forma de media o porcentaje y desvío estándar (DE). Símbolos para señalar significancia estadística. * = presenta diferencias significativas con el grupo de obesos con $p < 0,05$; † = distribución de los diferentes niveles de aptitud física en función de los grupos establecidos según el índice de masa corporal (IMC). § Las nueve celdas de nivel de aptitud física por IMC suman 100% y representan la distribución en la población. El tamaño muestral ponderado para cada celda con respecto a una muestra analítica total de $N=14322503$ se indica entre paréntesis. El nivel de aptitud física fue dividido en categorías utilizando criterios específicos para edad y sexo para adultos de 20-49 años, extraídos del Estudio Longitudinal del Centro Aeróbicos, donde la categoría "bajo" se define por un VO₂ máx. estimado (mL.min⁻¹.kg⁻¹) inferior al percentil 20 del mismo grupo de edad y sexo; "moderado" representa VO₂ máx. estimado (mL.min⁻¹.kg⁻¹) entre los percentiles 20 y 59 y "alto" se define por valores de VO₂ máx. estimado (mL.min⁻¹.kg⁻¹) por encima del percentil 60 con respecto al grupo de la misma edad y sexo. Los puntos de corte para definir las categorías de IMC (kg.m⁻²) por peso corporal fueron: Peso normal < 25; Con sobrepeso > 25 y < 30; y Obesos > 30.

En la Figura 1 se presenta la distribución de los niveles de aptitud cardiovascular dentro de cada categoría de IMC. La proporción de sujetos con un nivel elevado de aptitud cardiovascular fue alrededor de 20 puntos porcentuales menor en los adultos obesos, mientras que el porcentaje de baja aptitud cardiovascular fue aproximadamente 15 puntos porcentuales mayor en el grupo de obesos en comparación con el grupo de peso normal.

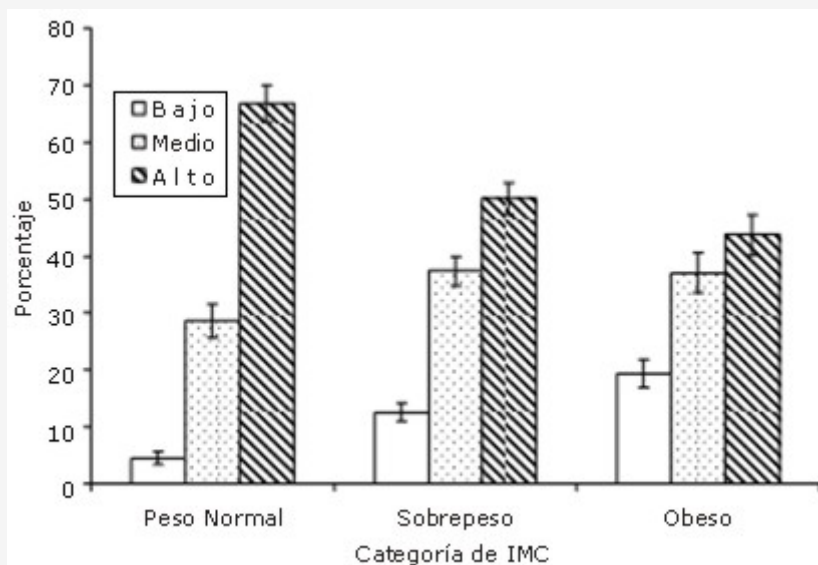


Figura 1. Distribución de los diferentes niveles de aptitud cardiovascular en función de las categorías de índice de masa corporal (IMC). Los datos se presentan en forma de porcentaje y desvío estándar (SE). El nivel de aptitud cardiovascular fue organizado en categorías definidas mediante criterios fijados en el Estudio Longitudinal de Centros Aeróbicos (Aerobics Center Longitudinal Study) específicos para edad y sexo para adultos de 20 a 49 años, en el cual la categoría Bajo se definía por un VO₂ máx. inferior al percentil 20 para grupo de la misma edad y sexo. Moderado, por un VO₂ máx. entre los percentiles 20 y 59 y Alto por un valor de VO₂ máx. igual o superior al percentil 60 con respecto al grupo de la misma edad y sexo. Los puntos de corte utilizados para definir el estado de peso por el índice de masa corporal (IMC, kg.m⁻²) fueron: Peso normal donde IMC < 25; Sobrepeso con IMC > 25 y < 30; y Obeso con IMC > 30.

Se construyeron modelos de regresión para analizar las asociaciones entre el VO₂ max. estimado (mL.min⁻¹.kg⁻¹) y el IMC,

que fue ingresado tanto como variable continua como categórica. En el modelo de mejor ajuste ($r^2 = 0,263$), utilizando IMC como variable categórica, y realizando el control para edad, sexo raza/etnia e ingresos, el ser obeso se asoció con un VO_2 máx. estimado 9,2 % más bajo que el peso normal y tener sobrepeso se asoció con un VO_2 máx. estimado 6,1 % más bajo que lo observado en el grupo de peso normal ($p < 0,05$ para ambos casos).

DISCUSION

El concepto físicamente apto pero gordo sugiere que los elevados niveles de aptitud cardiovascular atenúan e incluso eliminan potencialmente los riesgos asociados con numerosas manifestaciones de enfermedades metabólicas y cardiovasculares independientemente del IMC, incluso entre individuos obesos. Este estudio demuestra que un porcentaje relativamente pequeño de adultos de EEUU, aproximadamente un 9%; pueden ser considerados aptos pero gordos. Además la obesidad está independientemente asociada con una aptitud cardiovascular reducida a nivel poblacional. En contraste, aproximadamente 17% de los adultos de EEUU que realizaron los componentes de evaluación de aptitud de NHANES tenían sobrepeso y presentaban un nivel de aptitud cardiovascular elevado, mientras que 30% tenían peso normal y una aptitud elevada.

La distribución de los niveles de aptitud cardiovascular entre los adultos de EEUU varía de manera significativa según el nivel de IMC. También se observaron diferencias significativas entre las categorías de IMC en el sexo y la raza/etnia (datos no presentados). Es importante señalar que en el grupo de obesos, había una mayor proporción relativa de adultos No Hispánicos de raza negra y una menor proporción de No Hispánicos de raza blanca. Esta diferencia podría haber contribuido con la diferencia observada en la distribución de los niveles de aptitud cardiovascular elevada en las diferentes categorías de IMC. Esto se basa en reportes que afirman que los adultos blancos No Hispánicos, especialmente las mujeres, poseen niveles de aptitud cardiovascular más bajos que los que se observan en otros grupos raciales principales evaluados en la muestra NHANES (18, 19).

Aunque el porcentaje de adultos que eran aptos pero gordos, tal como se define en este estudio, fue relativamente bajo en las diferentes categorías de IMC en esta población (Tabla 2), cuando se evalúan los niveles de aptitud cardiovascular dentro de cada categoría de IMC, se observa una situación diferente.

Entre los adultos obesos, aproximadamente el 20% presenta un nivel de aptitud cardiovascular bajo mientras que el 80% alcanza un nivel medio o alto (Figura 1). Dentro de la categoría de sujetos con sobrepeso, 12,5% presenta baja aptitud cardiovascular y 87,5% tiene aptitud media o alta.

Estos resultados son de algún modo alentadores porque demuestran que los individuos con sobrepeso u obesos pueden alcanzar un nivel de aptitud cardiovascular medio a alto, lo que podría mitigar potencialmente algunos de los efectos perjudiciales del exceso de peso sobre la salud.

Por supuesto que no todos los estudios demostraron que los elevados niveles de aptitud cardiovascular atenúan los riesgos para la salud, independientemente del exceso de peso corporal, refutando quizás, el concepto de apto pero gordo. Por ejemplo, Stevens y colegas (9) concluyeron que si bien la aptitud y la gordura eran factores de riesgo de mortalidad, el hecho de ser apto no revierte completamente el mayor riesgo asociado con la adiposidad excesiva. Christou et al. (20) observaron en varones saludables, que la adiposidad corporal era un mejor factor de predicción para predecir los riesgos de presentar enfermedad cardiovascular que la aptitud física aeróbica. Finalmente en el Estudio de Familias de Quebec (21), luego de considerar la adiposidad total y abdominal, se observó una atenuación de los efectos de la aptitud física sobre los componentes del síndrome metabólico.

De manera similar, muchos estudios han demostrado que el IMC puede ser más importante que la actividad física para predecir el desarrollo de riesgos perjudiciales para la salud (22, 24). Sin embargo es difícil comparar "cabeza a cabeza", los resultados de los diferentes estudios que han analizado las relaciones entre la actividad física y/o la aptitud física y el IMC y/o la adiposidad con la salud, porque estas mediciones describen diferentes conceptos y por lo tanto no son intercambiables. Por lo tanto, como Blair y colegas sugieren en un trabajo de revisión integrador (25), en estos momentos no es posible concluir si la actividad o la aptitud física son más importantes para la salud.

Es importante destacar varias limitaciones. En primer lugar, NHANES es una encuesta transversal que descarta las inferencias causales de diseño como la relación subyacente entre la aptitud cardiovascular y la obesidad. En relación, el IMC es una medida sustituta imperfecta de la adiposidad y se ha documentado el potencial para establecer una clasificación errónea (26, 27). También está la probabilidad de establecer una clasificación errónea del nivel de aptitud física usando una estimación de la aptitud cardiovascular obtenida a partir de una prueba de esfuerzo progresiva de intensidad submáxima en vez de una de intensidad máxima. Las diferencias en las proporciones de aptitud cardiovascular

baja, moderada y alta entre las diferentes categorías de IMC podrían haber sido provocadas por un potencial de sesgo o clasificación errónea dado que los puntos de corte utilizados para definir esas categorías provenían del ACLS, que es una muestra de sujetos donde la mayoría tenían una buena educación y eran de raza blanca. Finalmente la distribución de los niveles de aptitud cardiovascular por categorías de índice de masa corporal (IMC) de los adultos de EEUU presentada en éste informe, podría no reflejar la distribución real en la población, a causa de la edad y estado físico de la muestra de sujetos seleccionados que realizaron la evaluación de ejercicio en NHANES.

Además de las limitaciones mencionadas, este estudio poblacional demostró que pocos adultos de EEUU tienen una elevada aptitud física y son obesos.

Sin embargo, los resultados también demuestran que los adultos obesos y con sobrepeso pueden alcanzar un nivel elevado de aptitud cardiovascular. Por lo tanto aproximadamente el 20% de los adultos con sobrepeso u obesos no aptos, serían blancos óptimos para las intervenciones. Dado que la recomendación habitual para aumentar la aptitud cardiovascular y promover la pérdida de peso en personas con sobrepeso y en obesos, es aumentar la actividad física (14), los resultados de éste informe servirían para sugerir que los individuos obesos o con sobrepeso no solo se mueven más (i.e, aumento en la actividad física habitual), si no que se mueven a un nivel suficiente para mejorar la aptitud cardiovascular (i.e. realizar actividad en cantidad suficiente). Aunque los cambios en la aptitud cardiovascular en respuesta al entrenamiento son variables y están determinados en parte por los factores genéticos y medioambientales (28, 30), incluso los aumentos pequeños en la actividad y/o aptitud pueden aportar beneficios para la salud.

Dirección para Envío de Correspondencia

duncag@u.washington.edu

Intereses de Competencia

El autor afirma que no posee ningún interés de competencia

Contribución del autor

GD planteó el diseño del estudio, realizó los análisis estadísticos y redactó el manuscrito.

Agradecimientos

El autor recibió aportes parciales a través de los subsidios R21AG028719 y R21AG032232 de NIH; los costos de la publicación del manuscrito fueron afrontados con fondos de dichos subsidios. El organismo que otorgó los subsidios no tiene ninguna responsabilidad en el diseño del estudio, en la recolección, análisis e interpretación de los datos, en la escritura del manuscrito ni en la decisión de enviar el manuscrito para su publicación.

REFERENCIAS

1. Blair S. N., Kohl H. W., Barlow C. E., Gibbons L. W (1991). Physical fitness and all-cause mortality in hypertensive men. *Ann Med*, 23:307-312
2. Church T. S., Cheng Y. J., Earnest C. P., Barlow C. E., Gibbons L. W., Priest E. L., Blair S. N (2004). Exercise capacity and body composition as predictors of mortality among men with diabetes. *Diabetes Care*, 27:83-88
3. Farrell S. W., Braun L., Barlow C. E., Cheng Y. J., Blair S. N (2002). The relation of body mass index, cardiorespiratory fitness, and all-cause mortality in women. *Obes Res*, 10:417-423
4. Lee C. D., Blair S. N., Jackson A. S (1999). Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr*, 69:373-380
5. Manson J. E., Rimm E. B., Stampfer M. J., Colditz G. A., Willett W. C., Krolewski A. S., Rosner B., Hennekens C. H., Speizer F. E (1991). Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Lancet*, 338:774-778
6. Manson J. E., Greenland P., LaCroix A. Z., Stefanick M. L., Mouton C. P., Oberman A., Perri M. G., Sheps D. S., Pettinger M. B., Siscovick D. S (2002). Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *N Engl J Med*, 347:716-725
7. Stevens J., Evenson K. R., Thomas O., Cai J., Thomas R (2004). Associations of fitness and fatness with mortality in Russian and American men in the lipids research clinics study. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28:1463-1470
8. Wei M., Kampert J. B., Barlow C. E., Nichaman M. Z., Gibbons L. W., Paffenbarger R. S. Jr., Blair S. N (1999). Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men. *JAMA*, 282:1547-1553
9. Wessel T. R., Arant C. B., Olson M. B., Johnson B. D., Reis S. E., Sharaf B. L., Shaw L. J., Handberg E., Sopko G., Kelsey S. F (2004).

Relationship of physical fitness vs body mass index with coronary artery disease and cardiovascular events in women. *JAMA*, 292:1179-1187

10. Katzmarzyk P. T., Church T. S., Janssen I., Ross R., Blair S. N (2005). Metabolic syndrome, obesity, and mortality: impact of cardiorespiratory fitness. *Diabetes Care*, 28:391-397
11. Lee S., Kuk J. L., Katzmarzyk P. T., Blair S. N., Church T. S., Ross R (2005). Cardiorespiratory fitness attenuates metabolic risk independent of abdominal subcutaneous and visceral fat in men. *Diabetes Care*, 28:895-901
12. Lee D. C., Sui X., Blair S. N (2009). Does physical activity ameliorate the health hazards of obesity?. *Br J Sports Med*, 43:49-51
13. Stevens J., Cai J., Evenson K. R., Thomas R (2002). Fitness and fatness as predictors of mortality from all causes and from cardiovascular disease in men and women in the lipid research clinics study. *Am J Epidemiol*, 156:832-841
14. Blair S. N., Church T. S (2004). The fitness, obesity, and health equation: is physical activity the common denominator?. *JAMA*, 292:1232-1234
15. Troiano R. P., Berrigan D., Dodd K. W., Masse L. C., Tilert T., McDowell M (2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*, 40:181-188
16. Wee C. C., McCarthy E. P., Davis R. B., Phillips R. S (1999). Physician counseling about exercise. *JAMA*, 282:1583-1588
17. National Health and Nutrition Examination Survey (1940). Cardiovascular Fitness Procedures Manual. [http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_03_04/cv_99-04.pdf]
18. Duncan G. E., Li S. M., Zhou X. H (2005). Cardiovascular fitness among U.S. Adults: NHANES 1999-2000 and 2001-2002. *Med Sci Sports Exerc*, 37:1324-1328
19. Sanders L. F., Duncan G. E (2006). Population-based reference standards for cardiovascular fitness among U.S. adults: NHANES 1999-2000 and 2001-2002. *Med Sci Sports Exerc*, 38:701-707
20. Christou D. D., Gentile C. L., DeSouza C. A., Seals D. R., Gates P. E (2005). Fatness is a better predictor of cardiovascular disease risk factor profile than aerobic fitness in healthy men. *Circulation*, 111:1904-1914
21. Boule N. G., Bouchard C., Tremblay A (2005). Physical fitness and the metabolic syndrome in adults from the Quebec Family Study. *Can J Appl Physiol*, 30:140-156
22. Weinstein A. R., Sesso H. D., Lee I. M., Cook N. R., Manson J. E., Buring J. E., Gaziano J. M (2004). Relationship of physical activity vs body mass index with type 2 diabetes in women. *JAMA*, 292:1188-1194
23. Hu F. B., Willett W. C., Li T., Stampfer M. J., Colditz G. A., Manson J. E (2004). Adiposity as compared with physical activity in predicting mortality among women. *N Engl J Med*, 351:2694-2703
24. Hu F. B., Willett W. C., Li T., Stampfer M. J., Colditz G. A., Manson J. E (2005). Adiposity as Compared With Physical Activity in Predicting Mortality Among Women. *Obstet Gynecol Surv*, 60:311-312
25. Blair S. N., Cheng Y., Holder J. S (2001). Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits?. *Med Sci Sports Exerc*, 33:S379-S399. discussion S419-320
26. Kennedy A. P., Shea J. L., Sun G (2009). Comparison of the Classification of Obesity by BMI vs. Dual-energy X-ray Absorptiometry in the Newfoundland Population. *Obesity (Silver Spring)*
27. Rothman K. J (2008). BMI-related errors in the measurement of obesity. *Int J Obes (Lond)*, 32(Suppl 3):S56-S59
28. Bouchard C., An P., Rice T., Skinner J. S., Wilmore J. H., Gagnon J., Perusse L., Leon A. S., Rao D. C (1999). Familial aggregation of VO₂(max) response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study. *J Appl Physiol*, 87:1003-1008
29. Bouchard C., Daw E. W., Rice T., Perusse L., Gagnon J., Province M. A., Leon A. S., Rao D. C., Skinner J. S., Wilmore J. H (1998). Familial resemblance for VO₂max in the sedentary state: the HERITAGE family study. *Med Sci Sports Exerc*, 30:252-258
30. Skinner J. S., Wilmore K. M., Krasnoff J. B., Jaskolski A., Jaskolska A., Gagnon J., Province M. A., Leon A. S., Rao D. C., Wilmore J. H., Bouchard C (2000). Adaptation to a standardized training program and changes in fitness in a large, heterogeneous population: the HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc*, 32:157-161. doi: 10.1186/1479-5868-7-47

Cita Original

Duncan Glen E. The "fit but fat" concept revisited: population-based estimates using NHANES. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*; 7: 47, 2010.