



ORIGINAL

Asociación de la fuerza muscular con marcadores tempranos de riesgo cardiovascular en adultos sedentarios[☆]

Héctor Reynaldo Triana-Reina^{a,b} y Robinson Ramírez-Vélez^{c,*}

^a Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad del Valle, Meléndez, Cali, Colombia

^b Programa de Maestría en Motricidad y Desarrollo Humano, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

^c Grupo de investigación en ciencias aplicadas al ejercicio físico, el deporte y la salud (GICAEDS), Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás, Bogotá, D.C., Colombia

Recibido el 12 de noviembre de 2012; aceptado el 19 de enero de 2013

Disponible en Internet el 9 de mayo de 2013

PALABRAS CLAVE

Fuerza muscular;
Sedentarismo;
Riesgo
cardiovascular;
Adultos

Resumen

Objetivo: Evaluar la asociación entre la fuerza muscular y marcadores tempranos de riesgo cardiovascular (RCV) en adultos sedentarios.

Materiales y métodos: Un total de 176 sujetos sedentarios, entre los 18 y 30 años de edad, fueron incluidos en el estudio. Se calculó el índice de masa corporal, el porcentaje de grasa o adiposidad y se midió la circunferencia de la cintura, la fuerza prensil por dinamometría, la tensión arterial sistólica, la tensión arterial diastólica, la tensión arterial media y el consumo máximo de oxígeno por $VO_{2m\acute{a}x}$ como marcadores de RCV. Un análisis de regresión logística multivariado fue usado para evaluar las asociaciones entre la fuerza muscular prensil y los marcadores de RCV.

Resultados: Correlaciones inversas fueron encontradas entre la fuerza muscular y los indicadores de adiposidad ($r = -0,317$; $p = 0,001$), circunferencia de la cintura ($r = -0,309$; $p = 0,001$), tensión arterial sistólica ($r = -0,401$; $p = 0,001$) y tensión arterial diastólica ($r = -0,256$; $p = 0,001$). Los sujetos con menores niveles de fuerza muscular prensil mostraron 5,79 veces (IC 95% = 1,57-9,34; $p = 0,008$) mayor riesgo de presentar niveles de adiposidad más elevados ($\geq 25\%$) y 9,67 veces (IC 95% = 3,86-19,22; $p < 0,001$) mayor riesgo de presentar menores valores de capacidad física por $VO_{2m\acute{a}x}$ ($\leq 31,5$ mL/kg/min⁻¹).

Conclusiones: La fuerza muscular en adultos sedentarios se relaciona con manifestaciones tempranas de RCV. Se sugiere incluir la evaluación de la fuerza muscular junto a la determinación convencional del $VO_{2m\acute{a}x}$ y la medición de los factores de riesgo tradicionales en la prevención y tratamiento del RCV.

© 2012 SEEN. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

[☆] Este artículo forma parte de la Tesis de Maestría de HRTR, por la Universidad de Antioquia.

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: robin640@hotmail.com, robinsonramirez@usantotomas.edu.co (R. Ramírez-Vélez).

KEYWORDS

Muscle strength;
Sedentary lifestyle;
Cardiovascular risk;
Adults

Association of muscle strength with early markers of cardiovascular risk in sedentary adults**Abstract**

Objective: To assess the association between muscle strength and early cardiovascular risk (CVR) markers in sedentary adults.

Materials and methods: A total of 176 sedentary subjects aged 18-30 years were enrolled. Body mass index and fat percentage were calculated, and waist circumference, grip strength by dynamometry, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean arterial pressure, and maximal oxygen uptake by VO_{2max} were measured as CVR markers. A multivariate logistic regression analysis was used to assess associations between muscle strength and CVR markers.

Results: Inverse correlations were found between muscle strength and adiposity ($r = -.317$; $P = .001$), waist circumference ($r = -.309$; $P = .001$), systolic blood pressure ($r = -.401$; $P = .001$), and mean arterial pressure ($r = -.256$; $P = .001$). Subjects with lower levels of muscle strength had a 5.79-fold (95% CI 1.57 to 9.34; $P = .008$) risk of having higher adiposity levels ($\geq 25\%$) and a 9.67-fold (95% CI = 3.86 to 19.22; $P < .001$) risk of having lower physical capacity values for VO_{2max} ($\leq 31.5 \text{ mL/kg/min}^{-1}$).

Conclusions: In sedentary adults, muscle strength is associated to early manifestations of CVR. It is suggested that muscle strength testing is added to routine measurement of VO_{2max} and traditional risk factors for prevention and treatment of cardiovascular risk.

© 2012 SEEN. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Investigaciones recientes muestran de manera inequívoca que la condición física, estimada por la capacidad física aeróbica o VO_{2max} , es un importante predictor de morbimortalidad por causa cardiovascular y por todas las causas en ambos sexos¹⁻³. De la misma forma, la fuerza muscular, tanto en varones⁴ como en mujeres⁵, constituye un diferente e independiente predictor de morbimortalidad cardio-metabólica en adolescentes y jóvenes⁶.

El papel de una menor condición física como un indicador de riesgo cardiovascular (RCV)⁷ supera incluso al de otros factores clásicos de RCV, como la dislipidemia, la hipertensión, el tabaquismo o la obesidad⁸. Por ejemplo, en población no hispana existe evidencia de que un estado inflamatorio de bajo grado se asocia inversamente con la fuerza muscular⁹, el VO_{2max} ¹⁰ y la cantidad de masa corporal magra^{11,12}. Si bien los datos de referencia en población hispana son limitados, los existentes sugieren que estas 3 mediciones relacionadas con la masa/calidad del músculo pueden ser menores en esta población. Por ejemplo, la fuerza del segmento superior determinada por dinamometría es menor en población colombiana¹³ comparada a los valores de referencia de Reino Unido¹⁴, así como también en adultos brasileños cuando se comparan con los valores de referencia de Europa o de Norteamérica¹⁵. La *National Health and Nutrition Examination Survey* –NHANES–, encuesta de salud y nutrición de los Estados Unidos, demostró la existencia de una menor masa muscular en adultos mexicano-americanos en relación con los observados en caucásicos americanos¹⁶. También se ha reportado una menor capacidad aeróbica en jóvenes e infantes hispano-americanos, independiente de su composición corporal¹⁷.

Apoiando a esta hipótesis, un reciente trabajo realizado en Norteamérica demostró la existencia de una asociación inversa entre el porcentaje de masa corporal magra y el

riesgo de presentar enfermedad coronaria en adultos jóvenes hispanos, asociación que no se observó en los blancos o negros no hispanos^{18,19}. Aunque existe evidencia a favor de un estilo de vida activo, la mayor parte de la población permanece sedentaria; por tanto, la búsqueda de políticas públicas y estrategias efectivas encaminadas a la promoción de la actividad física y a la prevención de los estilos de vida sedentarios deberán ser una prioridad en la agenda nacional²⁰. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la asociación entre la fuerza muscular prensil y marcadores tempranos de RCV en adultos sedentarios.

Materiales y métodos

Durante el primer semestre de 2012 se planteó un estudio descriptivo, transversal, en 176 hombres sedentarios, entre los 18 y 30 años de edad, procedentes del área metropolitana de la ciudad de Cali (Colombia). Se aplicaron los conceptos de sedentarismo expuestos por el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos²¹ y por otros autores²²⁻²⁶, los cuales definen un individuo sedentario como aquel sujeto que invierte menos del 10% de su gasto energético diario en la realización de actividades físicas o cumplir al menos 150 min por semana de actividad aeróbica de intensidad moderada o 75 min por semana de actividad física aeróbica, estimado con la encuesta *International Physical Activity Questionnaire*. La selección de la muestra se realizó mediante convocatoria voluntaria y muestreo por intención, y se excluyeron participantes con diagnóstico médico o clínico de enfermedad sistémica mayor (incluidos procesos malignos como cáncer), diabetes mellitus tipo 1 o 2, hipertensión arterial, hipotiroidismo/hipertiroidismo, antecedentes de historia de abuso de drogas o alcohol, consumo de multivitamínicos, índice de masa corporal (IMC) $\geq 35 \text{ kg/m}^2$ y padecimiento de procesos inflamatorios

(traumas, contusiones) o infecciosos. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de cada participante y el Comité de Ética en Humanos del centro académico aprobó la intervención siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki y la normativa legal vigente colombiana que regula la investigación en humanos (Resolución 008430 del Ministerio de Salud de Colombia). Los participantes que aceptaron y firmaron el consentimiento informado se citaron para los siguientes procedimientos:

Medición clínica

De cada participante se obtuvieron los siguientes datos: a) antecedentes familiares de RCV; b) encuesta de antecedentes personales; c) encuesta de niveles de actividad física, y d) valoración antropométrica que comprendió: estatura, peso y circunferencia de la cintura (CC), mediante técnicas estandarizadas por López et al.²² en población colombiana. La talla se registró en estiramiento con estadímetro portátil (SECA 206®, Hamburgo, Alemania) (rango 0-220 cm) de 1 mm de precisión. El peso se calculó con balanza de piso Tanita®, modelo BC554 Inerscan Ironman™ (Continental Scale Corp., Bridgeview, IL, EE. UU.) (rango 0-150 kg) con 500 g de precisión. Con estas variables se calculó el IMC en kg/m². La CC se midió en el punto medio entre las crestas ilíacas y el borde costal inferior con una cinta métrica plástica con una precisión de 0,5 cm (Holtain Ltd., Crymych Dyfed, Reino Unido). La adiposidad o porcentaje de grasa [%G] se estimó con el equipo de impedancia bioeléctrica segmentada de 4 puntos táctiles de electrodos Tanita® modelo BC554 Inerscan Ironman™ (Continental Scale Corp., Bridgeview, IL, EE. UU.) de acuerdo con las indicaciones y ecuaciones señaladas en el manual del usuario. La frecuencia de inducción se valoró a una intensidad de 50 kHz, con una sensibilidad de estimación de la masa de grasa de 0,1 kg (0,1%). La medición se realizó luego de 2 h de ayuno, con la vejiga vacía y sobre una superficie no conductora. La tensión arterial se determinó con esfigmógrafo digital Welch Allyn® modelo OSZ 5 (Inc, Arden, Illinois, EE.UU) en el brazo derecho en 2 ocasiones, con un intervalo de 5 min entre sí, con los participantes en posición sedente y después de 10 min de reposo. La tensión arterial media (TAM) se calculó mediante la fórmula: $(2 \times \text{tensión arterial sistólica [TAS]} + \text{tensión arterial diastólica [TAD]})/3$.

Fuerza muscular por dinamometría manual

Se determinó con dinamómetro análogo T-18 TTK SMEDLY III® (Takei Scientific Instruments Co., Ltd, Niigata, Japón), realizando 2 intentos alternativos con cada mano en una posición estandarizada, en bipedestación, con los brazos paralelos al cuerpo y sin contacto alguno.

Capacidad aeróbica

Se evaluó con el test de Course-Navette o test de ida y vuelta de 20 m, un test de campo indirecto incremental máximo. Para el cálculo del VO_{2máx} a partir del resultado del Course-Navette se empleó la siguiente fórmula:

$$VO_{2máx} = 31,025 + 3,238V - 3,248E + 0,1536VE$$

Donde V es la velocidad final alcanzada en el test ($V = 8 + 0,5 \times$ último estadio completado) y E es la edad en años.

Marcadores tempranos de riesgo cardiovascular

Se tomaron los criterios de RCV reportados en el Programa Nacional de Educación del Colesterol²³, la Federación Internacional de Diabetes²⁴ y el Departamento de Salud de los Estados Unidos²¹: IMC ≥ 25 kg/m², obesidad abdominal (CC $\geq a$ 88 cm), TAS ≥ 130 mmHg, TAD ≥ 85 mmHg, adiposidad ([%G] $\geq a$ 25%) y capacidad física por VO_{2máx} ($\leq 31,5$ mL/kg/min⁻¹). Las citadas dimensiones y medidas se tomaron con dispositivos homologados y de acuerdo con las normas del programa biológico internacional, elaborado por el *International Council of Scientific Unions*, que recoge los procedimientos esenciales para el estudio biológico de las poblaciones humanas²⁵.

Análisis estadístico

Los datos fueron realizados con el programa *Statistical Package for Social Sciences*, versión 18 (SPSS, Chicago, IL, EE. UU.). Mediante el test de Levine se aceptó la hipótesis de distribución normal para las variables estudiadas. Cada una de estas variables independientes fue recodificada a terciles para estudiar su relación con la fuerza muscular y los marcadores tempranos de RCV. Para las diferencias entre terciles se empleó el análisis de varianza (*one-way ANOVA*) para variables continuas. El valor de p de los contrastes de hipótesis *post-hoc* se determinó mediante la corrección de Tukey para comparaciones múltiples ajustada por la edad, IMC y CC. Se calcularon las OR y el IC 95% ajustados por los factores de confusión: IMC y CC. Se aplicaron métodos de selección por pasos de inclusión secuencial (*forward selection*) y de paso a paso (*step by step*). El procedimiento de incorporación de variables fue dado por finalizado cuando la significación de «p» aportada por una variable a su entrada en la regresión excedió de 0,05 entre la fuerza muscular prensil y los marcadores tempranos de RCV.

Resultados

En la [tabla 1](#) se resumen las características generales de los participantes. Todos los parámetros evaluados estaban en el rango considerado como saludable para esta edad.

Valores de fuerza muscular y marcadores de riesgo cardiovascular

Los individuos con mayores niveles de fuerza muscular prensil (tercil 3) mostraron menores valores en los marcadores de RCV: CC y adiposidad (tercil 1), $p < 0,05$. Esta misma tendencia (tercil 1 vs. tercil 3) se encontró en la capacidad aeróbica por VO_{2máx} y en la fuerza muscular por dinamometría ($30,4 \pm 4,3$, IC 95% = 29,2-31,5 vs. $36,2 \pm 4,4$, IC 95% = 35,1-37,4) y ($20,7 \pm 8,5$, IC 95% = 20,5-25,0 vs. $38,4 \pm 3,9$, IC 95% = 37,3-39,4), respectivamente ([tabla 2](#)).

Tabla 1 Características antropométricas y clínicas de la población estudiada (n = 176)

Variable	Media ± DE	IC 95%
Edad (años)	21,1 ± 2,9	20,7-21,5
Peso (kg)	62,0 ± 11,9	60,2-63,8
Talla (m)	1,70 ± 0,1	1,60-1,72
IMC (kg/m ²)	22,7 ± 3,5	22,2-23,2
CC (cm)	76,4 ± 10,8	74,8-78
Adiposidad (%G)	19,1 ± 8,3	17,9-20,4
TAS (mmHg)	110,9 ± 12,7	109,1-112,8
TAD (mmHg)	64,7 ± 7,1	63,7-65,8
TAM (mmHg)	80,1 ± 8,3	78,9-81,4
Fuerza muscular (kg)	29,0 ± 8,6	27,7-30,2
VO _{2máx} (mL/kg/min ⁻¹)	32,5 ± 5,0	31,7-33,2

CC: circunferencia de la cintura; DE: desviación estándar; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; IMC: índice de masa corporal; TAD: tensión arterial diastólica; TAM: tensión arterial media; TAS: tensión arterial sistólica; VO_{2máx}: consumo máximo de oxígeno; %G: porcentaje de grasa.

Relación entre la fuerza muscular y los marcadores de riesgo cardiovascular

Mayores valores de fuerza muscular prensil mostraron una correlación positiva significativa con el peso corporal ($r=0,420$; $p=0,001$), la talla ($r=0,634$; $p=0,001$), el IMC ($r=0,148$; $p=0,001$) y la capacidad aeróbica por VO_{2máx} ($r=0,515$; $p=0,001$). Asimismo, correlaciones inversas fueron encontradas entre la fuerza muscular y los indicadores de adiposidad ($r=-0,317$; $p=0,001$), CC ($r=-0,309$; $p=0,001$), TAS ($r=-0,401$; $p=0,001$) y TAM ($r=-0,256$; $p=0,001$) (tabla 3).

Asociación entre los niveles de fuerza muscular y marcadores tempranos de riesgo cardiovascular

En este estudio los sujetos con bajos niveles de fuerza muscular (tercil 1) mostraron 5,79 veces (IC 95%=1,57-9,34; $p=0,008$) mayor riesgo de presentar niveles de adiposidad ($\geq 25\%$) más elevados 9,67 veces (IC 95%=3,86-19,22;

Tabla 3 Relación entre la fuerza muscular y los marcadores de riesgo cardiovascular en la población general (n = 176)

Variable	r (Pearson)	Valor p
Edad (años)	-0,015	0,840
Peso (kg)	0,420	0,001
Talla (m)	0,634	0,001
IMC (kg/m ²)	0,148	0,001
CC (cm)	-0,309	0,001
Adiposidad (%G)	-0,317	0,001
TAS (mmHg)	-0,401	0,001
TAD (mmHg)	-0,075	0,320
TAM (mmHg)	-0,256	0,001
VO _{2máx} (mL/kg/min ⁻¹)	0,515	0,001

CC: circunferencia de la cintura; IMC: índice de masa corporal; TAD: tensión arterial diastólica; TAM: tensión arterial media; TAS: tensión arterial sistólica; VO_{2máx}: consumo máximo de oxígeno; %G: porcentaje de grasa.

Tabla 4 Índices de riesgo (*odds ratio*) de menores valores de fuerza muscular prensil con marcadores tempranos de riesgo cardiovascular en la población general (n = 176)

Presencia	OR	IC 95%	Valor p
Obesidad central (CC ≥ 88 cm)	0,76	0,23-1,24	0,86
IMC (≥ 26 kg/m ²)	1,07	0,45-2,53	0,95
TA ($\geq 135/85$ mmHg)	1,24	0,49-3,12	0,81
Adiposidad ($\geq 25\%$)	5,79	1,57-9,34	0,008
VO _{2máx} ($\leq 31,5$ mL/kg/min ⁻¹)	9,67	3,86-19,22	<0,001

CC: circunferencia de la cintura; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; IMC: índice de masa corporal; OR: *odds ratio*; TA: tensión arterial; VO_{2máx}: consumo máximo de oxígeno. Asociación estimada mediante modelos de regresión logística multivariada.

$p<0,001$) mayor riesgo de presentar menores valores de capacidad física por VO_{2máx} ($\leq 31,5$ mL/kg/min⁻¹). No se encontraron asociaciones en los demás marcadores relacionados con RCV (tabla 4).

Tabla 2 Valores de fuerza muscular y su relación con marcadores de riesgo cardiovascular en la población estudiada (n = 176)

Variable	Tercil 1 (n = 59)	Tercil 2 (n = 63)	Tercil 3 (n = 54)
IMC (kg/m ²)	23,0 ± 3,9	22,4 ± 3,2	22,7 ± 3,5
CC (cm)	79,1 ± 7,9	75,3 ± 15,0	75,2 ± 7,3*
Adiposidad (%G)	20,0 ± 8,0	22,6 ± 8,6	14,3 ± 5,9**
TAS (mmHg)	115,1 ± 13,0	111,9 ± 14,1**	106,5 ± 9,5**
TAD (mmHg)	66,2 ± 7,6	64,9 ± 6,6	63,2 ± 6,9
TAM (mmHg)	81,4 ± 9,0	81,6 ± 7,9	77,6 ± 7,3**
Fuerza muscular (kg)	20,7 ± 8,5	26,8 ± 3,2***	38,4 ± 3,9**
VO _{2máx} (mL/kg/min ⁻¹)	30,4 ± 4,3	31,2 ± 4,2	36,2 ± 4,4**

CC: circunferencia de la cintura; IMC: índice de masa corporal; TAD: tensión arterial diastólica; TAM: tensión arterial media; TAS: tensión arterial sistólica; VO_{2máx}: consumo máximo de oxígeno; %G: porcentaje de grasa.

Diferencias entre mediciones (*one way*-ANOVA, Tukey *post-hoc*), ajustado por edad, IMC y CC.

* T1 vs. T3, $p<0,05$.

** T2 vs. T3, $p<0,05$.

*** T1 vs. T2, $p<0,05$.

Discusión

Basándonos en los resultados obtenidos en el presente trabajo, la fuerza muscular prensil de los adultos evaluados se asocia significativamente con marcadores tempranos de RCV. El papel de una menor condición física como factor de RCV supera incluso al de otros factores tradicionales de RCV, como la dislipidemia, la hipertensión arterial, el tabaquismo o la obesidad, como fue recientemente publicado por Lee et al.²⁶. Además de la cantidad de masa grasa y su distribución, la cantidad, calidad y función de la masa muscular podrían contribuir a la elevación o disminución de citoquinas inflamatorias, disfunción endotelial y valores alterados en glucosa y lípidos^{27,28}.

Los hallazgos de este estudio muestran que los adultos que poseen mayor grado de fuerza muscular (tercil 3) presentan menores valores de TAS, CC, %G e IMC, independientemente del nivel de condición física por $VO_{2m\acute{a}x}$, que los que presentan menores valores de fuerza muscular prensil por dinamometría (tabla 2). En anteriores estudios se ha mostrado una relación entre los niveles de fuerza muscular y algunos factores de RCV en población con características similares a las de este trabajo^{29,30}. En la misma línea, varios estudios prospectivos han demostrado que la fuerza muscular se asocia de manera inversa con la mortalidad por todas las causas^{31,32}, incluyendo la enfermedad cardiovascular y el cáncer^{33,34}.

En este mismo sentido, relaciones inversas fueron encontradas entre la fuerza prensil con menores valores de TAS ($r = -0,401$; $p = 0,001$) y TAM ($r = -0,256$; $p = 0,001$), hallazgo que coincide con lo reportado recientemente por Artero et al.³⁵, en una muestra de 1.506 hombres con RCV. Tras un seguimiento de 20 años, estos autores encontraron menor riesgo de mortalidad por RCV y por todas las causas entre los participantes que tenían mayores valores de fuerza muscular como de capacidad física por $VO_{2m\acute{a}x}$. Asimismo, los hallazgos de Silventoinen et al.³⁰ en sujetos con características similares a las de este trabajo mostraron que menores valores de *fitness* muscular (determinado por dinamometría prensil) se asocian inversamente con la prevalencia de enfermedad isquémica cardíaca y hemorragia subaracnoidea. Sin embargo, la hipótesis de que una mejor condición muscular se relaciona con menores valores en los marcadores de RCV –entendida como factor protector– no puede ser dilucidada en este estudio, debido a las limitaciones propias del diseño.

Por su parte, sujetos con bajos niveles de fuerza muscular (tercil 1) mostraron 5,79 veces (IC 95% = 1,57-9,34; $p = 0,008$) mayor riesgo de presentar niveles más elevados de adiposidad ($\%G \geq 25$). Sobre este indicador de RCV, 2 estudios han planteado la hipótesis del papel protector de la masa libre de grasa en las manifestaciones tempranas de RCV. En el primero, publicado por Mason et al.³⁶, se observó que un bajo nivel de aptitud muscular se asociaba con mayores probabilidades de ganar al menos 10 kg independientemente del IMC y del $VO_{2m\acute{a}x}$ en hombres y mujeres. En el segundo, Jackson et al.³⁷ demostraron que la prevalencia de exceso de grasa total (adiposidad > 25%) y obesidad abdominal (CC > 102 cm) era mayor en el grupo con menor aptitud muscular. Sin embargo, para recomendar la medición de este indicador de salud en particular, se hace necesario realizar estudios de validación y seguimiento en nuestra población.

Algunos aspectos deben ser tenidos en cuenta como limitantes del estudio. Por ejemplo, el tamaño de la muestra, las características propias de la población, el diseño del trabajo y el tipo de muestreo pueden introducir sesgos. Tampoco fueron incluidas otras variables que pueden estar asociadas al RCV, tales como la etnia, aspectos socio-económicos, nutricionales, sociales y niveles de actividad física. Sin embargo, se observó convergencia de los resultados con datos reportados en otros estudios internacionales^{7,15,16,29-38}. En conclusión, los hallazgos muestran que la fuerza muscular en adultos sedentarios se relaciona con manifestaciones tempranas de RCV. Se sugiere incluir la evaluación de la fuerza muscular junto a la determinación convencional del $VO_{2m\acute{a}x}$ y la medición de los factores de riesgo tradicionales en la prevención y tratamiento del RCV.

Financiación

El presente estudio no tuvo ninguna fuente externa de financiamiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Bibliografía

- García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M, et al. Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*. 2007;60:581–8.
- Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med*. 2002;346:793–801.
- LaMonte MJ, Barlow CE, Jurca R, Kampert JB, Church TS, Blair SN. Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome: A prospective study of men and women. *Circulation*. 2005;112:505–12.
- Moreno LA, Joyanes M, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Sarría A, et al. Harmonization of anthropometric measurements for a multicenter nutrition survey in Spanish adolescents. *Nutrition*. 2003;19:481–6.
- Artero EG, España-Romero V, Castro-Piñero J, Ruiz J, Jiménez-Pavón D, Aparicio V, et al. Criterion-related validity of field-based muscular fitness tests in youth. *J Sports Med Phys Fitness*. 2012;52:263–72.
- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Wärnberg J, et al., Grupo AVENA. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol*. 2005;58:898–909.
- Artero EG, España-Romero V, Lee DC, Sui X, Church TS, Lavie CJ, et al. Ideal cardiovascular health and mortality: Aerobics center longitudinal study. *Mayo Clin Proc*. 2012;87:944–52.
- McAuley PA, Artero EG, Sui X, Lee DC, Church TS, Lavie CJ, et al. The obesity paradox, cardiorespiratory fitness, and coronary heart disease. *Mayo Clin Proc*. 2012;87:443–51.
- Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Morrow Jr JR, Jackson AW, Sjöström M, et al. Association between muscular strength and mortality in men: Prospective cohort study. *BMJ*. 2008;337:439.
- Ruiz JR, Ortega FB, Wärnberg J, Moreno LA, Carrero JJ, González-Gross M, et al. Inflammatory proteins and muscle strength in adolescents: The Avena study. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2008;162:462–8.

11. Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42:304–13.
12. López-Jaramillo P, Cohen D, Gómez-Arbeláez D, Vela C. Papel de las adaptaciones epigenéticas en el riesgo de enfermedades cardiovasculares en la población latinoamericana. *Revista MED.* 2011;19:93–9.
13. Ramos-Bermudez S, Alonso-Alzate G, Salazar D. Evaluación antropométrica y motriz condicional de niños y adolescentes. 1.ª ed. Manizales, Colombia: Editorial Universidad de Caldas; 2007.
14. Cohen D, Voss C, Taylor M, Delextrat A, Ogunleye A, Sandercock G. Ten-year secular changes in muscular fitness in English children. *Acta Paediatr.* 2011;100:175–7.
15. Schlüssel MM, dos Anjos LA, de Vasconcellos MT, Kac G. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: A population-based study. *Clin Nutr.* 2008;27:601–7.
16. Chumlea WC, Guo SS, Kuczmariski RJ, Flegal KM, Johnson CL, Heymsfield SB, et al. Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26:1596–609.
17. Shaibi GQ, Ball GD, Goran MI. Aerobic fitness among Caucasian, African-American, and Latino youth. *Ethn Dis.* 2006;16:120–5.
18. Koutoubi S, Huffman FG. Body composition assessment and coronary heart disease risk factors among college students of three ethnic groups. *J Natl Med Assoc.* 2005;97:784–91.
19. Shaw LJ, Shaw RE, Merz CN, Brindis RG, Klein LW, Nallamothu B, et al. Impact of ethnicity and gender differences on angiographic coronary artery disease prevalence and in-hospital mortality in the American College of Cardiology-National Cardiovascular Data Registry. *Circulation.* 2008;117:1787–801.
20. Quiñones E, Londoño GS, Ramírez-Vélez R. Condición física, actividad física y dificultades para su realización en estudiantes de medicina. *MÉD UIS.* 2011;24:15–23.
21. US Department of Health and Human Services. 2008 physical activity guidelines for Americans [consultado 11 May 2011]. Disponible en: <http://www.health.gov/paguidelines/>
22. López CA, Ramírez-Vélez R, Gallardo CEG, Marmolejo LC. Características morfofuncionales de individuos físicamente activos. *latreia.* 2008;21:121–8.
23. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of the Third Report of National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA.* 2001;285:2486–97.
24. International Diabetes Federation, Prevalence. Bruselas: International Diabetes Federation; 2005 [consultado 12 Nov 2012]. Disponible en: <http://www.eatlas.idf.org/Prevalence/index.cfm>
25. Weiner JS, Lourie JA. Practical human biology. 1ª ed. Londres: Academic Press; 1981. p. 56.
26. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT, Lancet Physical Activity Series Working Group. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: An analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet.* 2012;380:219–29.
27. Nazmi A, Victora CG. Socioeconomic and racial/ethnic differentials of C-reactive protein levels: A systematic review of population based studies. *BMC Public Health.* 2007;7:212.
28. López-Jaramillo P. Defining the research priorities to fight the burden of cardiovascular diseases in Latin America. *J Hypertens.* 2008;26:1886–9.
29. Jurca R, Lamonte MJ, Barlow CE, Kampert JB, Church TS, Blair SN. Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:1849–55.
30. Silventoinen K, Magnusson PK, Tynelius P, Batty GD, Rasmussen F. Association of body size and muscle strength with incidence of coronary heart disease and cerebrovascular diseases: A population-based cohort study of one million Swedish men. *Int J Epidemiol.* 2009;38:110–8.
31. Al Snih S, Markides KS, Ray L, Ostir GV, Goodwin JS. Handgrip strength and mortality in older Mexican Americans. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50:1250–6.
32. Metter EJ, Talbot LA, Schrager M, Conwit R. Skeletal muscle strength as a predictor of all-cause mortality in healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57:B359–65.
33. Rantanen T, Volpato S, Ferrucci L, Heikkinen E, Fried LP, Guralnik JM. Handgrip strength and cause-specific and total mortality in older disabled women: Exploring the mechanism. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51:636–41.
34. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Cesari M, Vellas B, Pahor M, Grandjean H. Physical performance measures as predictors of mortality in a cohort of community-dwelling older French women. *Eur J Epidemiol.* 2006;21:113–22.
35. Artero EG, Lee DC, Ruiz JR, Sui X, Ortega FB, Church TS, et al. A prospective study of muscular strength and all-cause mortality in men with hypertension. *J Am Coll Cardiol.* 2011;57:1831–7.
36. Mason C, Brien SE, Craig CL, Gauvin L, Katzmarzyk PT. Musculoskeletal fitness and weight gain in Canada. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:38–43.
37. Jackson AW, Lee DC, Sui X, Morrow Jr JR, Church TS, Maslow AL, et al. Muscular strength is inversely related to prevalence and incidence of obesity in adult men. *Obesity (Silver Spring).* 2010;18:1988–95.
38. Jiménez OH, Ramírez-Vélez R. Strength training improves insulin sensitivity and plasma lipid levels, without altering body composition in overweight subjects. *Endocrinol Nutr.* 2011;58:169–74.