



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

Relación entre la composición corporal y la capacidad de ejercicio con el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles en mujeres jóvenes

Robinson Ramírez-Vélez^{a,b,*}, Ricardo A. Agredo Zúñiga^a y Alejandra M. Jerez^c

^aFundación Universitaria María Cano, Extensión Cali, Cali, Colombia

^bSección de Bioquímica, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Universidad del Valle, Cali, Colombia

^cSección de Farmacología, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Universidad del Valle, Cali, Colombia

Recibido el 3 de septiembre de 2009; aceptado el 7 de enero de 2010

Disponible en Internet el 12 de marzo de 2010

PALABRAS CLAVE

Composición corporal;
Capacidad de
ejercicio;
Enfermedades
crónicas;
Mujeres jóvenes

Resumen

Objetivo: Estudiar la composición corporal, la capacidad de ejercicio y su relación con el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) en mujeres jóvenes.

Diseño: Estudio transversal, observacional y descriptivo, en 310 mujeres que se agruparon según su composición corporal y su capacidad de ejercicio por MET en grupos de alto riesgo ($n = 89$) y grupos de bajo riesgo ($n = 221$) de desarrollar ECNT.

Resultados: Se observaron diferencias significativas al comparar los sujetos clasificados según su capacidad de ejercicio por Met, con los indicadores antropométricos índice de masa corporal (IMC), porcentaje de grasa y circunferencia de cintura (CC) ($p < 0,01$). En el grupo de alto riesgo se encontraron correlaciones entre las variables peso corporal y IMC y los factores de riesgo de ECNT: porcentaje de grasa, CC, presión arterial sistólica en reposo y Met ($p < 0,01$). También entre el porcentaje de grasa, la CC y los factores de riesgo IMC, presión arterial sistólica en reposo y presión arterial diastólica en reposo ($p < 0,01$). Finalmente, una correlación inversa entre la capacidad de ejercicio por MET y los factores de riesgo IMC y porcentaje de grasa ($p < 0,01$) y la CC ($p < 0,05$).

Conclusiones: Se encontró que una baja capacidad de ejercicio por Met y mayores valores en la composición corporal se relacionan con un alto riesgo de desarrollar ECNT en mujeres jóvenes.

© 2009 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: robin640@hotmail.com (R. Ramírez-Vélez).

KEYWORDS

Body composition;
Exercise capacity;
Chronic diseases;
Young women

Relationship between body composition and exercise capacity with the risk of chronic diseases in young women

Abstract

Aim: To study body composition, exercise capacity and their relationship to the risk of developing non-communicable chronic diseases (chronic diseases) in young women.

Design: A cross-sectional, observational and descriptive study was conducted on 310 women, who were grouped according to their body composition and exercise capacity in Met, high-risk group (HRG, $n = 89$) and low-risk group (LRG, $n = 221$) to develop chronic diseases.

Results: Significant differences were observed when comparing subjects classified according to their ability to exercise Met, anthropometric indicators with BMI, % fat, waist circumference (WC), $p < 0.01$. In the high risk group, we found correlations between variables: body weight, BMI, and risk factors for chronic diseases: % fat, WC and systolic blood pressure, Met, $p < 0.01$. Also between the % fat, WC risk factors and BMI, systolic blood pressure and diastolic blood pressure, $p < 0.01$. Finally, an inverse correlation was seen between exercise capacity in Met and risk factors: BMI, % fat, $p < 0.01$ and with WC, $p < 0.05$.

Conclusions: We found that a low exercise capacity in Met and higher values in body composition associated with a high risk of developing chronic diseases in young women.

© 2009 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud, las enfermedades cardiovasculares son responsables del 30% del total de las muertes en el mundo¹. En Colombia y algunos países en desarrollo, tres de cada cuatro muertes en adultos se deben a enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) y se postula que más del 80% de la morbilidad por estas enfermedades está asociado a factores de riesgo prevenibles, como el sedentarismo, el sobrepeso y la obesidad². Este comportamiento se ha relacionado con la acelerada urbanización e implementación de estilos de vida occidental en los países del tercer mundo, lo cual llevó a cambios nutricionales y a la adopción de una vida sedentaria junto con un incremento en la prevalencia de los factores de riesgo de enfermedad aterosclerótica³. Por ello, la Organización Mundial Salud postula estos factores de riesgo como objeto de atención para el desarrollo de estrategias fundamentales que busquen la reducción, el seguimiento y la vigilancia de las ECNT.

Estudios epidemiológicos han demostrado que una baja capacidad de ejercicio por Met (valorada por la capacidad de trabajo o consumo máximo de oxígeno [VO_{2max}])⁴ y mayores valores en la composición corporal (índice de masa corporal [IMC], porcentaje y distribución de la grasa) son determinantes del estado de salud de un individuo por sus implicaciones en la aparición de ECNT⁵. La identificación temprana de estos factores de riesgo, su intervención y la modificación de éstos podrían ser esenciales para establecer políticas de intervención en salud que orienten con mayor claridad las estrategias de prevención y tratamiento de las ECNT. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue estudiar la composición corporal, la capacidad de ejercicio y su relación con el riesgo de desarrollar ECNT en mujeres jóvenes.

Material y métodos

Mediante un estudio transversal, observacional y descriptivo, se evaluó la condición física y deportiva de estudiantes universitarias del programa de Fisioterapia de la Fundación Universitaria María Cano (FUMC), Extensión Cali, como parte del programa «Universidad Saludable», entre el 1 de febrero de 2005 y el 1 de junio de 2006. Se invitó a participar en el estudio a mujeres de entre 18 y 40 años, sin historial de enfermedad cardiovascular o endocrina por historia clínica (antecedentes personales) y que aceptaran su participación de manera voluntaria mediante la firma de consentimiento informado por escrito. Se excluyeron mujeres que presentaran cualquiera de las siguientes patologías por antecedentes médicos y personales: diagnóstico previo de DM1 o DM2, enfermedad crónica o inflamatoria, procesos infecciosos de cualquier etiología (agudos o crónicos), presencia de cualquier enfermedad que afectara el metabolismo de la glucosa o los lípidos, rechazo a firmar el consentimiento informado o condición mental que afectara la autonomía de la participante. De esta manera, se incluyeron 310 mujeres, quienes fueron examinadas por fisioterapeutas, médicos y estudiantes de la FUMC, Extensión Cali. La información se recolectó mediante entrevistas personales en historias codificadas, que incluyeron datos antropométricos y funcionales. Tres cineantropometristas que evaluaron las variables antropométricas fueron debidamente entrenados mediante una prueba piloto previa al estudio para estandarizar la toma de las medidas y unificar criterios sobre el protocolo de intervención. Para esta evaluación se tomaron los criterios estandarizados por Estrada en la población colombiana⁶. La talla se registró en estiramiento con un antropómetro Kramer de 4 segmentos y 1 mm de precisión. El peso se midió con balanzas de torre marca Healthometer[®] con 500 g

de precisión, calibradas con pesos conocidos. Con estas variables se calculó el IMC en kg/m^2 . Con cinta métrica de 1 mm de precisión se midió la circunferencia de la cintura (CC) en cm siguiendo la referencia de Brook et al⁷. Se consideró alto riesgo de padecer ECNT por el aumento de la obesidad abdominovertebral en individuos cuyo perímetro de cintura fuese mayor de 80,1 cm. La composición corporal se evaluó mediante calorimetría indirecta con adipometría por toma de pliegues cutáneos (tricipital, subescapular, abdominal, suprailíaco) para determinar la variable de porcentaje de grasa corporal periférica, con la ecuación recomendada y modificada por Faulkner para sujetos saludables^{8,9}, porcentaje de grasa = $(\sum \text{pliegues} \times 0,153) + 5,783$. Se consideró alto riesgo de padecer ECNT un aumento en el porcentaje de grasa corporal periférica superior al 20,1%, punto de corte sugerido por Mota et al¹⁰, como indicador asociado al riesgo cardiovascular.

La capacidad de ejercicio fue estimada mediante prueba ergométrica en cicloergómetro Monark[®], tipo Ergometric 828E. La prueba consistió en una función forzada de tipo rampa bifásica (ejercicio continuo bifásico creciente hasta lograr el máximo esfuerzo) con cargas crecientes de trabajo, cada minuto, iniciando con 50 vatios. La carga se calculó con la ecuación de referencia descrita por Wasserman et al¹¹ para determinar de manera indirecta el $\text{VO}_{2\text{max}}$ en ml/kg/min , y la clasificación de la capacidad de ejercicio en Met se utilizó como estimador de riesgo para desarrollar enfermedades crónicas. La frecuencia cardíaca (FC) fue monitorizada electrónicamente con pulsómetro Polar Inc[®] A-5 desde el inicio hasta el final de la prueba¹⁰ y la presión arterial se midió con esfigmomanómetro anerode manual marca Riester[®] con fonendoscopio 3 M Littmann[®]¹².

Para estudiar la asociación de riesgo de ECNT y su relación con la capacidad de ejercicio, se tomaron los valores de referencia propuestos por Bernstein et al¹³ el American College Sport Medicine (ACSM)¹⁴ y otros autores^{15,16}, los cuales definen un individuo con baja capacidad de ejercicio a aquel sujeto que invierte menos del 10% de su gasto energético diario a la realización de actividades físicas o actividades que requieran al menos 8 Met (actividad física equivalente o superior en gasto a caminar a paso muy rápido). De esta manera, la población se clasificó por actividad física recomendada, denominándose con baja capacidad de ejercicio a las personas que alcanzaron menos de 8 Met, y con alta capacidad de ejercicio a las personas que superaron 8,1 Met en la prueba ergométrica.

Los sujetos participantes fueron asignados en los dos grupos considerando los valores de referencia asociados a ECNT del adulto sugeridos por Eisenmann et al⁵ de la siguiente manera: a) grupo de bajo riesgo para desarrollar ECNT: capacidad de ejercicio o $\text{VO}_{2\text{max}}$ superior a 8,1 Met, presión arterial sistólica (PAS) normal inferior a 115 mmHg, presión arterial diastólica (PAD) inferior a 75 mmHg¹⁷, IMC superior a 25 kg/m^2 ¹⁸, CC (bajo riesgo para síndrome metabólico) de 80 cm¹⁹ o menos y porcentaje de grasa corporal inferior al 20%⁶, y b) grupo de alto riesgo (GAR) para desarrollar ECNT: capacidad de ejercicio o $\text{VO}_{2\text{max}}$ de 8 Met o menos, PAS superior a 115,1 mmHg, PAD superior a 75,1 mmHg, IMC superior a $25,1 \text{ kg/m}^2$, CC (alto riesgo para síndrome metabólico) superior a 80,1 cm y porcentaje de grasa corporal superior al 20,1%. Este proyecto fue aprobado

y vigilado por el Comité de Ética e Investigación de la institución académica FUMC.

Los datos fueron tabulados y analizados en el programa SPSS[®] versión 11.5 para realizar el análisis descriptivo (medidas de tendencia central y dispersión). La normalidad de las variables se evaluó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las diferencias según capacidad de ejercicio por Met y las variables antropométricas y funcionales se estudiaron con la prueba t Student. Un análisis de varianza de una vía sirvió para comprobar las diferencias en el GAR entre la Met y el número de factores de riesgo de ECNT. El coeficiente de Pearson (r) sirvió para conocer las correlaciones entre los factores de riesgo asociados a ECNT referenciados en este estudio y las variables antropométricas y funcionales en el GAR. Un valor $p < 0,05$ se consideró como significativo.

Resultados

Se incluyeron en el estudio 310 mujeres jóvenes, con edad media de $20,7 \pm 4,3$ años, peso corporal de $59,8 \pm 13,7 \text{ kg}$, IMC de $23,2 \pm 4,7 \text{ kg/m}^2$, porcentaje de grasa de $19,9 \pm 4,7$ y CC de $73,1 \pm 10,9 \text{ cm}$. En los indicadores funcionales se hallaron los siguientes valores de media: FC en reposo de $79,4 \pm 12,1 \text{ lpm}$ (latidos por minuto), FC máxima de $146,6 \pm 30,6 \text{ lpm}$, $\text{VO}_{2\text{max}}$ (ml/kg/min) de $25,2 \pm 4,4$ y Met de $7,2 \pm 1,2$.

En la tabla 1 se presentan los valores promedios, la desviación estándar y las diferencias de la población evaluada clasificados según capacidad de ejercicio por Met, observándose diferencias significativas en los

Tabla 1 Valores promedios y desviación estándar según capacidad de ejercicio por Met

Variables	Capacidad de ejercicio	
	$\leq 8 \text{ Met}$	$> 8,1 \text{ Met}$
<i>Indicadores antropométricos</i>		
Edad (años)	$22,3 \pm 5,6$	$20,8 \pm 3,8$
Peso (kg)	$73,3 \pm 12,0$	$52,7 \pm 6,6^*$
IMC (kg/m^2)	$28,0 \pm 3,5$	$20,4 \pm 2,0^*$
Porcentaje de grasa	$21,4 \pm 4,7$	$15,8 \pm 3,5^*$
Circunferencia de cintura (cm)	$83,7 \pm 9,8$	$67,7 \pm 5,2^*$
<i>Indicadores funcionales</i>		
FC (lpm)	$77,4 \pm 10,1$	$76,1 \pm 10,8$
FC máx (lpm)	$159,8 \pm 31,7$	$162,3 \pm 32,4$
PAS rep (mmHg)	$107,6 \pm 12,0$	$102,6 \pm 11,9$
PAD rep (mmHg)	$72,3 \pm 9,5$	$67,7 \pm 9,7^{**}$
$\text{VO}_{2\text{max}}$ (ml/kg/min)	$30,5 \pm 7,3$	$34,7 \pm 6,7^{**}$

FC: frecuencia cardíaca en reposo. FC máx: frecuencia cardíaca máxima alcanzada en prueba ergométrica; IMC: índice de masa corporal; MET: tasa metabólica basal; PAD rep: presión arterial diastólica en reposo; PAS rep: presión arterial sistólica en reposo; $\text{VO}_{2\text{max}}$: consumo máximo de oxígeno.

* $p < 0,01$.

** $p < 0,05$.

indicadores antropométricos IMC, porcentaje de grasa, CC ($p < 0,01$), y en los indicadores funcionales PAD reposo y VO_{2max} ($p < 0,05$).

La figura 1 indica la relación encontrada entre la capacidad de ejercicio por Met y los factores de riesgo para desarrollar ECNT en el GAR. Por último, la tabla 2 presenta los resultados del análisis de correlación entre indicadores antropométricos y funcionales con los factores de riesgo de ECNT, sobresaliendo la relación entre las variables peso corporal, IMC y los factores de riesgo porcentaje de grasa, CC, PAS en reposo y Met ($p < 0,01$). También entre el porcentaje de grasa, la CC y los factores de riesgo IMC, PAS en reposo y PAD en reposo ($p < 0,01$). Igualmente entre la variable PAS en reposo y los factores de riesgo IMC, porcentaje de grasa y CC ($p < 0,01$). Finalmente, una correlación inversa entre la variable funcional Met y los

factores de riesgo IMC y porcentaje de grasa ($p < 0,01$) y la CC ($p < 0,05$).

Discusión

El objetivo de esta investigación fue estudiar la composición corporal, la capacidad de ejercicio y su relación con el riesgo de desarrollar ECNT en 310 mujeres jóvenes. Los principales hallazgos encontrados en este estudio indican que existen amplias diferencias en los puntos de corte considerados como saludables por los organismos internacionales entre los indicadores antropométricos y los funcionales, ampliamente descritos y relacionados como predictores de riesgo para el desarrollo de ECNT en adultos^{20,21}.

Por ejemplo, se encontró en este estudio que sujetos con menor capacidad de ejercicio evaluada por Met obtuvieron valores mayores y diferencias significativas en los indicadores antropométricos peso corporal, IMC, CC y porcentaje de grasa ($p < 0,01$) (tabla 1). Reportes de estudios longitudinales de varios países europeos²² y de América del Norte²³ sobre una disminución de la capacidad de ejercicio por Met han sido claramente relacionados en sujetos jóvenes con la presencia de factores de riesgo para desarrollar ECNT^{24,25}. En este estudio se encontró una tendencia significativa en el GAR entre los Met y los indicadores antropométricos relacionados con factores de riesgo de ECNT, lo que coincide con lo reportado en otros trabajos (fig. 1)^{5,20-22}. Asimismo, relaciones moderadas se encontraron entre una menor capacidad de ejercicio por Met y valores aumentados del porcentaje de grasa corporal ($r = -0,40$; $p < 0,01$), similar a lo hallado en estudios de seguimiento en población canadiense (tabla 2)²⁶. Tal vez el único estudio hasta la fecha que ha examinado la influencia de los Met en jóvenes con el desarrollo de aterosclerosis subclínica más allá de los factores de riesgo tradicionales fue expuesto por Ferreira et al²⁷ en un estudio longitudinal multidisciplinario, quienes estudiaron determinantes biológicos y psicosociales relacionados con la salud de jóvenes (13–18 años) hasta la

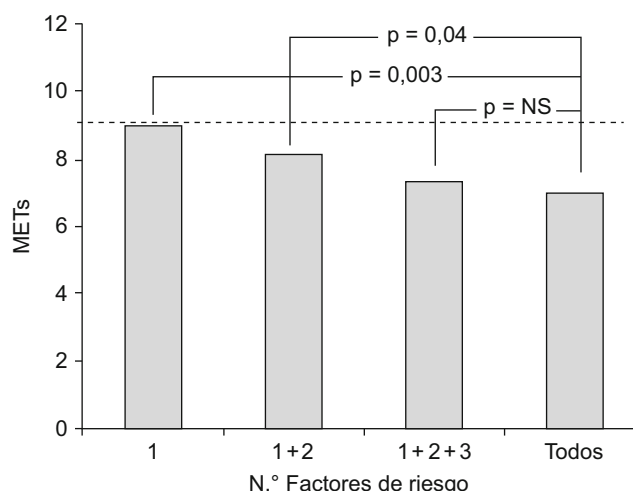


Figura 1 Relación entre la capacidad de ejercicio por MET y prevalencia de factores de riesgo para desarrollar ECNT en el GAR. Ver definición en metodología.

Tabla 2 Correlaciones entre indicadores antropométricos y funcionales con los factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles del grupo de alto riesgo ($n = 89$)

Variable	Factores de riesgo relacionados con ECNT					
	IMC > 25,1 kg/m ²	Porcentaje de grasa > 20.1%	CC > 88,1 cm	PAS rep > 115,1 mmHg	PAD rep > 75,1 mmHg	Met < 8 Met
Edad	0,18*	0,04	0,21*	0,12**	0,08	0,03
Peso	0,91*	0,43*	0,85*	0,17*	0,13**	-0,15*
IMC	1	0,49*	0,84*	0,15*	0,09	-0,21*
Porcentaje de grasa	0,49*	1	0,50*	0,17*	0,19*	-0,40*
CC	0,84*	0,50*	1	0,18*	0,16*	-0,13**
PAS rep	0,15*	0,17*	0,18*	1	0,53*	-0,02
PAD rep	0,09	0,19*	0,16*	0,53*	1	0,13**
Met	-0,21*	-0,40*	-0,13**	-0,02	0,13**	1

CC: circunferencia de cintura; ECNT: enfermedades crónicas no transmisibles; IMC: índice de masa corporal; MET: tasa metabólica basal; PAD rep: presión arterial diastólica en reposo; PAS rep: presión arterial sistólica en reposo.

*Correlación bilateral $p < 0,01$.

**Correlación bilateral $p < 0,05$.

edad adulta (1974 a la actualidad), mostrando que una mayor capacidad de ejercicio en la adolescencia se asoció a la edad de 36 años con una menor rigidez en arterias carótidas, pero no con el espesor de la íntima-media. Es importante señalar que existen diversos métodos para la evaluación de la capacidad de ejercicio, por lo que no es posible realizar comparaciones directas entre los estudios.

En lo que respecta a la composición corporal, se ha comprobado que individuos jóvenes con obesidad abdominal se relacionan directamente con un estado de resistencia a la insulina e hiperinsulinismo^{28,29}. La hiperinsulinemia promueve la liberación de ácidos grasos libres por parte del adipocito y su posterior transformación hepática a LDL oxidada, de gran potencial aterogénico³⁰. Además, los adipocitos abdominales en respuesta al incremento de ácidos grasos libres, de LDL oxidada o de algún otro factor de riesgo metabólico no bien definido aumentan la producción y liberación de citoquinas proinflamatorias³¹, tales como el factor de necrosis tumoral alfa³² y la interleukina-6³³, las cuales han mostrado ser capaces de disminuir la expresión y la actividad de la enzima óxido nítrico sintasa endotelial³⁴ generando disfunción endotelial, mecanismo por el cual la obesidad central se asocia con la presencia de ECNT del adulto³⁵. En adultos obesos existe una clara relación entre los factores de riesgo de diversas enfermedades cardiovasculares y metabólicas con el exceso de tejido adiposo y también se encuentra, aunque en menor medida, una relación inversa y significativa con la capacidad aeróbica, datos que coinciden con nuestros hallazgos^{22,36}. No obstante, es importante matizar que el grado de condición física y la composición corporal, especialmente por la CC y el porcentaje de grasa, han sido propuestos como potentes indicadores del estado de salud en todas las edades, sin dejar a un lado los factores clásicos del riesgo cardiovascular, como la presión arterial elevada, el tabaquismo y la dislipidemia, que siguen siendo importantes en la ecuación del riesgo cardiovascular²².

El estudio INTERHEART³⁷ describió el impacto de los factores de riesgo convencionales y emergentes para un primer infarto agudo del miocardio en 52 países. El factor de riesgo más importante en toda la población estudiada fue la relación ApoB/ApoA1, seguida por el hábito de fumar, la obesidad abdominal, la hipertensión arterial sistémica, baja capacidad de ejercicio, entre otros. En la población latinoamericana se demostró que la relación cintura-cadera fue el factor de riesgo más prevalente asociado con infarto del miocardio, con un riesgo poblacional atribuible de 48,5, en comparación con 30,2 en los otros países participantes del estudio INTERHEART.

En Colombia, Silva et al³ encontraron en 942 sujetos con diagnóstico de síndrome coronario agudo, que el sobrepeso y la inflamación estimada por el conteo leucocitario fueron los factores de riesgo independientes para la presentación de un primer episodio de síndrome coronario agudo en adultos colombianos menores de 50 años. Estos resultados confirman la importancia del sobrepeso y la inflamación en los mecanismos fisiopatológicos de la enfermedad cardiovascular en nuestra población.

En este estudio, se observó en el GAR correlaciones importantes entre las variables peso corporal y IMC y los factores de riesgo de ECNT porcentaje de grasa, CC, PAS en reposo y Met ($p < 0,01$). También entre el porcentaje de

grasa, la CC y los factores de riesgo IMC, PAS reposo y PAD en reposo ($p < 0,01$). Estos hallazgos son similares a los encontrados en los indicadores antropométricos expuestos por Serdula et al³⁸, quienes exponen que una composición corporal alterada (IMC y porcentaje de grasa elevados) puede ser predictora independiente para el desarrollo de ECNT.

En general, los resultados presentados en este trabajo proporcionan información valiosa, dada la escasez de datos en nuestro sistema de salud, acerca de la composición corporal y la capacidad de ejercicio por Met en mujeres jóvenes y de su relación con los factores de riesgo de ECNT del adulto. En conclusión, se encontró que una baja capacidad de ejercicio por Met y mayores valores en la composición corporal se relacionan con un alto riesgo de desarrollar ECNT en mujeres jóvenes.

Por ello, son de vital importancia modificaciones en el comportamiento desde la infancia y la adolescencia a través de la promoción de estilos de vida saludables, ayudando a las autoridades de la salud del país a diseñar y establecer políticas de intervención temprana y orientar con mayor claridad los programas de prevención y tratamiento, con el propósito de reducir la morbilidad y la mortalidad por ECNT, según lo establecido por los diferentes organismos internacionales¹.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Un especial agradecimiento a los estudiantes del programa de Fisioterapia de la Fundación Universitaria María Cano (FUMC), Extensión Cali, Andréa Loaiza, Maricel Marulanda Vélez y Mónica Bernal, por el apoyo técnico en la medición antropométrica y funcional.

Bibliografía

1. 57.^a Asamblea mundial de la salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Organización Mundial de la Salud (OMS). 2004.
2. Manzur F, Arrieta CO. Sociological study for detection of risk factors of cardiovascular diseases in the Colombian Caribbean Coast population. *Rev Col Cardiol*. 2005;12:122-8.
3. Silva SY, Rincón MY, Duenas RE, Chaves MA, Camacho PA, Arenas M, et al. Overweight is a determinant factor in the presentation of acute coronary syndrome in Colombian young adults. *Rev Col Cardiol*. 2008;15:355-62.
4. Malina RM. Physical activity and fitness: Pathways from childhood to adulthood. *Am J Human Biol*. 2001;13:162-72.
5. Eisenmann JC, Wickel EE, Welk GJ, Blair S. Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: The Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). *Am Heart J*. 2005;149:46-53.
6. Estrada J. Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995 (acopla95). *Rev Fac Nac Salud Pública*. 1998;15:112-39.
7. Brook RD, Bard RL, Rubenfire M, Ridker PM, Rajagopalan S. Usefulness of visceral obesity (waist/hip ratio) in predicting vascular endothelial function in healthy overweight adults. *Am J Cardiol*. 2001;88:1264-9.

8. Faulkner JA. Physiology of swimming and diving. En: Falls H, editor. Exercise physiology. Baltimore: Academic Press; 1968.
9. Faulkner RA, Bailey DA, Drinkwater DT, McKay HA, Arnold C, Wilkinson AA. Bone densitometry in Canadian children 8–17 years of age. *Calcif Tissue Int.* 1996;59:344–51.
10. Mota J, Guerra S, Leandro C, Pinto A, Ribeiro JC, Duarte JA. Association of maturation, sex, and body fat in cardiorespiratory fitness. *Am J Hum Biol.* 2002;14:707–12.
11. Wasserman K, Hansen J, Sue D, Casabury R, Whipp B. Normal values. En: Principles of exercise testing and interpretation. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams Wilkins; 1999. p. 143–4.
12. López CA, Ramírez-Vélez R, Gallardo CEG, Marmolejo LC. Características morfofuncionales de individuos físicamente activos. *Iatreia.* 2008;21:121–8.
13. Bernstein SM, Morabia A, Sloutskis D. Definition and prevalence of sedentarism on an urban population. *Am J Public Health.* 1999;89:862–77.
14. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:1510–30.
15. Ekelund U, Brage S, Franks PW, Hennings S, Emms S, Wareham NJ. Physical activity energy expenditure predicts progression towards the metabolic syndrome independently of aerobic fitness in middle-aged healthy Caucasians: The Medical Research Council Ely Study. *Diabetes Care.* 2005;28:1195–2000.
16. Trolle-Lagerros Y, Mucci LA, Kumle M, Braaten T, Weiderpass E, Hsieh CC, et al. Physical activity as a determinant of mortality in women. *Epidemiology.* 2005;16:780–5.
17. National Institutes of Health. The seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. National Heart, Lung, and Blood Institute, National High Blood Pressure Education Program. Bethesda, Md: National Institutes of Health; 2004. NIH Publication N.º 04-5230.
18. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo Jr JL, et al. National Heart, Lung, and Blood Institute; National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. Joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *Hypertension.* 2003;42:1206–52.
19. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Krauss RM, Savage PJ, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome. *Circulation.* 2005;112:1–18.
20. Pollock ML, Wilmore JH. Exercise in health and disease: Evaluation and prescription for prevention and rehabilitation, 2 ed. Philadelphia: WB Saunders; 1990 pp. 225–56.
21. Roberts J, Sullivan M. Predicting oxygen uptake from treadmill testing in normal subjects and coronary artery disease patients. *Am Heart J.* 1984;108:1454–60.
22. Casajús JA, Leiva MT, Ferrando JA, Moreno L, Aragonés MT, Ara I, et al. Relación entre la condición física cardiovascular y la distribución de grasa en niños y adolescentes. *Apuntes.* 2006;149:7–14.
23. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood JE, et al. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. *N Engl J Med.* 2002;346:793–801.
24. Hasselstrom H, Hansen SE, Frosberg K, Andersen LB. Physical fitness and physical activity during adolescence as predictors of cardiovascular disease risk in young adulthood: Danish Youth and Sports Study. An eight year follow-up study. *Int J Sports Med.* 2002;23:S27–31.
25. Twisk JWR, Kemper HCG, Van Mechelen W. Prediction of cardiovascular disease risk factors later in life by physical activity and physical fitness in youth: Introduction. *Int J Sports Med.* 2002;23:S5–7.
26. Trudeau F, Espindola R, Laurencelle L, Dulac F, Rajic M, Shephard RJ. Follow-up of participants in the Trois-Rivières Growth and Development Study: Examining their health-related fitness and risk factors as adults. *Am J Human Biol.* 2000;12:207–13.
27. Ferreira I, Twisk JW, Stehouwer CD, van Mechelen W, Kemper HC. Longitudinal changes in $\text{VO}_{2\text{max}}$: Associations with carotid IMT and arterial stiffness. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:1670–8.
28. Hanley AJ, Williams K, Stern MP, Haffner SM. Homeostasis model assessment of insulin resistance in relation to the incidence of cardiovascular disease: The San Antonio Heart Study. *Diabetes Care.* 2002;25:1177–84.
29. Grundy SM, Abate N, Chandalia M. Diet composition and metabolic syndrome: What is the optimal fat intake? *Am J Med.* 2002;113 Suppl 9B:25S–9S.
30. Ginsberg HN. Treatment for patients with metabolic syndrome. *Am J Cardiol.* 2003;91:29E–39E.
31. López-Jaramillo P, Rueda-Clausen CF, Silva FA. The utility of different definitions of metabolic syndrome in Andean population. *Int J Cardiol.* 2007;116:421–2.
32. López-Jaramillo P, Pradilla LP, Castillo V, Lahera V. Socio-economic pathology as determinant of regional differences in the prevalence of metabolic syndrome and pregnancy-induced hypertension. *Revista Española de Cardiología.* 2007;60:168–78.
33. López-Jaramillo P, Silva SY, Rodríguez-Salamanca N, Durán A, Mosquera W, Castillo V. Are nutrition-induced epigenetic changes the link between socioeconomic pathology and cardiovascular diseases? *Am J Ther.* 2008;15:362–72.
34. De Frutos, Sánchez de Miguel L, Farré J, Gómez J, Romero J, Marcos-Alberca P. Expression of an endothelial-type nitric oxide synthase isoform in human neutrophils: Modification by tumor necrosis factor- α and during acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37:800–7.
35. Reusch J. Current concepts in insulin resistance, type 2 diabetes mellitus and the metabolic syndrome. *Am J Cardiol.* 2002;90:19G–26G.
36. Gutin B, Islam S, Manos T, Cucuzzo N, Smith C, Stachura ME. Relation of percentage of body fat and maximal aerobic capacity to risk factors for atherosclerosis and diabetes in black and white seven- to eleven-year-old children. *J Pediatr.* 1994;125:847–52.
37. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F, et al. INTERHEART Study Investigators Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): Case-control study. *Lancet.* 2004;364:937–52.
38. Serdula MK, Ivery D, Coates RJ, Freedman DS, Williamson DF, Byers T, et al. Do obese children become obese adults? A review of the literature *Prev Med.* 1993;22:167–77.