

## ORIGINAL BREVE

## RELACIÓN ENTRE ESTATUS PONDERAL, NIVEL DE CONDICIÓN FÍSICA Y COMPONENTES DE LA PRESIÓN ARTERIAL EN MUJERES DE ENTRE 18 Y 30 AÑOS DE EDAD

Ignacio Ortiz-Galeano (1), Mairena Sánchez-López (1,2), Blanca Notario-Pacheco (1), José Miota Ibarra (1), Rosa Fuentes Chacón (3) y Vicente Martínez-Vizcaíno (1).

(1) Centro de Estudios Sociosanitarios. Facultad de Enfermería. Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca.

(2) Facultad de Educación. Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad Real.

(3) Facultad de Enfermería. Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca.

Este estudio ha sido financiado por la Fundación para la Investigación Sanitaria en Castilla-La Mancha (FISCAM) (Ref.-AN/2008/31) y el Ministerio de Sanidad y Consumo, Instituto de Salud Carlos III, Red de Investigación en Actividades Preventivas y de Promoción de Salud (Ref.- RD06/0018/0038) y por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (RYC-2010-05957).

No existen conflictos de intereses.

## RESUMEN

**Fundamentos:** Hasta donde conocemos, la relación entre la obesidad, la capacidad aeróbica y la fuerza muscular con la presión arterial (PA) no se ha analizado conjuntamente. Nuestro objetivo fue estimar la relación entre el estatus ponderal y la condición física con los componentes de la PA en mujeres jóvenes.

**Métodos:** Estudio transversal en 407 mujeres de 18-30 años. Se evaluó: peso, talla, índice de masa corporal (IMC), presión arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), media (PAM:PAD+[0,333x(PAS-PAD)]), y de pulso (PP: PAS-PAD) y condición física (capacidad aeróbica y fuerza muscular).

**Resultados:** La edad media de las participantes fue de 20,1 ± 4,4 años. La media de la PAS, PAD, PAM y de PP fue respectivamente: en las mujeres con normopeso 108,0 ± 8,9, 67,7 ± 6,7, 81,1 ± 6,8 y 40,3 ± 6,6 mmHg; en las mujeres con obesidad 123,1 ± 8,9, 80,5 ± 6,2, 94,7 ± 6,5 y 42,5 ± 6,2 mmHg; en las que tienen capacidad aeróbica baja 110,9 ± 9,9, 70,5 ± 7,6, 84,0 ± 7,7 y 40,3 ± 7,3 mmHg; y en las que tienen capacidad aeróbica alta 107,4 ± 9,3, 67,0 ± 7,0, 80,4 ± 7,2 y 40,4 ± 6,6 mmHg. La fuerza muscular no se asoció estadísticamente con ninguno de los componentes de PA (p > 0,05). En modelos de regresión lineal múltiple la PAS se asoció con el IMC y el índice de fuerza muscular (p ≤ 0,05); la PAD y la PAM con el IMC, el índice de fuerza muscular y la capacidad aeróbica (p ≤ 0,05); y la PP con el IMC (p < 0,05).

**Conclusiones:** En mujeres jóvenes el IMC y la fuerza muscular mantienen una relación directa con la PA, y la capacidad aeróbica una relación inversa, si bien esta última no se asocia con la PAS ni con la PP.

**Palabras claves:** Presión arterial. Índice de masa corporal. Capacidad aeróbica. Fuerza muscular. Mujeres. Jóvenes.

Correspondencia

Vicente Martínez Vizcaíno

Centro de Estudios Sociosanitarios.

Campus Universitario. Edificio Melchor Cano

C/ Santa Teresa Jornet s/n

16071 Cuenca

Vicente.Martinez@uclm.es

## ABSTRACT

### Relationship between Weight Status, Physical Fitness Levels and Blood Pressure Components in Young Women

**Background:** As far as we know there are not studies that analyze jointly the relationship between obesity, cardiorespiratory fitness and muscle strength with blood pressure (BP). We aimed to determine the relationship between BMI and physical fitness with components of BP in young women.

**Methods:** cross-sectional study in 407 women aged 18-to-30 years. Variables: weight, height, body mass index (BMI), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), mean arterial pressure (MAP: DBP+[0,333x(SBP-DBP)]) and pulse pressure (PP: SBP-DBP), and physical fitness (cardiorespiratory fitness and muscle strength).

**Results:** Mean age of participants was 20.1 ± 4.4 years. Mean SBP, DBP, MAP and PP were respectively: women with normal weight 108,0 ± 8,9, 67,7 ± 6,7, 81,1 ± 6,8 and 40,3 ± 6,6 mmHg; in obese women 123,1 ± 8,9, 80,5 ± 6,2, 94,7 ± 6,5 and 42,5 ± 6,2 mmHg; in those with low aerobic capacity 110,9 ± 9,9, 70,5 ± 7,6, 84,0 ± 7,7 and 40,3 ± 7,3 mmHg, and in those with high aerobic capacity 107,4 ± 9,3, 67,0 ± 7,0, 80,4 ± 7,2 and 40,4 ± 6,6 mmHg. Muscle strength was not statistically associated with any of the components of PA (p > 0,05). In multiple linear regression models of SBP was associated with BMI and muscle strength index (p ≤ 0,05), DBP and MAP with BMI, index of muscle strength and aerobic capacity (p ≤ 0,05), and PP with BMI (p < 0,05).

**Conclusions:** In young women BMI and muscle strength have a direct relationship with BP, and cardiorespiratory fitness an inverse relationship; however the latter is not associated with SBP and PP.

**Key words:** Blood pressure. Body mass index. Aerobic capacity. Muscle strength. Women. Young. Spain.

## INTRODUCCIÓN

La relación entre el riesgo de morbimortalidad cardiovascular y el aumento de la presión arterial (PA) está bien documentada<sup>1</sup>, sin embargo la relación entre cada uno de los componentes de la PA y los eventos cardiovasculares no es tan clara. Varios estudios han mostrado que la presión arterial sistólica (PAS), la presión arterial diastólica (PAD), la presión arterial media (PAM) y la presión de pulso (PP) pueden ser predictores independientes de eventos cardiovasculares<sup>2,3</sup>, aunque todavía hay incertidumbre respecto a si la utilización de los componentes combinados de la PA aporta alguna ventaja sobre el uso de los componentes simples como marcadores de riesgo cardiovascular. De hecho, se ha sugerido que el riesgo cardiovascular atribuible a factores hemodinámicos se podría evaluar más claramente a través de indicadores diferentes de los tradicionales PAS y PAD, considerándose la PP como un indicador de rigidez arterial y la PAM como un indicador de la resistencia periférica<sup>4</sup>.

La obesidad es un problema de salud pública en todo el mundo que continúa creciendo<sup>5</sup> y que tiene una relación directa con la PAS, PAD y PP<sup>6,7</sup>. Los mecanismos de desarrollo de la hipertensión arterial relacionados con la obesidad no están desentrañados completamente. Se han sugerido tres que relacionan la ganancia de peso con la PA: aumento de la actividad del sistema nervioso simpático, activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona, y comprensión renal por acumulación de grasa intra y extrarrenal, aumentando la presión abdominal por la acumulación de grasa visceral<sup>8</sup>. La relación entre la obesidad y la PAM ha sido menos estudiada.

La condición física incluye varios componentes, entre ellos la capacidad aeróbica y la fuerza muscular. El efecto protector que la capacidad aeróbica ejerce sobre la hipertensión arterial está bien documentado en

niños y adolescentes<sup>9</sup>. En el estudio CARDIA se estimó que el 34% de los casos de hipertensión arterial se podrían prevenir si la población alcanzara niveles elevados de capacidad aeróbica, si bien este porcentaje depende de la raza y el sexo<sup>10</sup>. Sin embargo, la relación entre la capacidad aeróbica y algunos componentes de la PA como la PAM y la PP es menos conocida.

La relación entre la fuerza muscular y la PA no está totalmente establecida. Se sabe que la actividad física de resistencia es uno de los principales determinantes de la fuerza muscular y se ha evidenciado que el entrenamiento de resistencia produce una disminución de la PA de un 2%-4%<sup>11</sup>, en el mismo sentido se ha descrito una menor incidencia de hipertensión arterial en las personas prehipertensas e hipertensas con mayor fuerza muscular<sup>12,13</sup>. Sin embargo, el efecto del entrenamiento de fuerza sobre la PA es controvertido<sup>14,15</sup>.

Dado que se ha descrito que la capacidad aeróbica mantiene una relación negativa con la PA, es probable que al ajustar por el nivel de condición física se modifique la intensidad de la asociación entre el IMC y la PA. Como además la fuerza muscular tiene una relación positiva con el peso, estudiar conjuntamente la relación entre estatus ponderal, capacidad aeróbica y fuerza muscular con la PA permitirá conocer si la relación positiva entre IMC y PA se minimiza tras ajustar por nivel de condición física en mujeres jóvenes.

Se sabe que los niveles de PA en edades precoces son predictores de los de edades más tardías<sup>16</sup>. Sin embargo, tradicionalmente se ha puesto más interés en el estudio de la PA en mujeres tras la menopausia, probablemente debido a los bajos niveles de PA que presentan las mujeres adultas jóvenes frente a los de los hombres. A menudo no se tiene en cuenta que son las mujeres las que con mayor frecuencia sufren accidentes cerebrovasculares, una patología estrechamente ligada a los niveles elevados de PA. Además, también hay evidencias de que los mecanismos de regulación de los

niveles de PA en hombres y mujeres son diferentes<sup>17</sup> y probablemente las relaciones con otras variables de composición corporal también. El objetivo de este estudio fue evaluar en mujeres universitarias: 1) las diferencias en la media de cada uno de los componentes de la PA entre categorías de estatus ponderal, capacidad aeróbica y fuerza muscular; y 2) examinar la asociación independiente del IMC, la fuerza muscular y la capacidad aeróbica con los componentes de la PA.

## SUJETOS Y MÉTODOS

**Diseño y población de estudio.** Estudio observacional transversal, realizado durante el curso académico 2009-2010 en una muestra de estudiantes de primer curso de 18 a 30 años de la Universidad de Castilla-La Mancha, Campus de Cuenca, España. De los 770 estudiantes universitarios invitados aceptaron participar 683 (88,7%). Se incluyó en el análisis a 407 mujeres y se excluyó a los hombres y a los mayores de 30 años. Detalles complementarios del estudio puede consultarse en publicaciones anteriores<sup>18</sup>.

El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Virgen de la Luz de Cuenca y a todas las participantes se les solicitó la firma del consentimiento informado.

**Variables.** A todas las participantes, además de variables sociodemográficas (edad, tipo de estudios que cursaba, etc.), se les determinó:

- **Peso.** Media de dos determinaciones realizadas con balanza Seca-770 homologada y de fácil calibración, con la mujer descalza y en ropa ligera.

- **Talla.** Media de dos determinaciones con tallímetro de pared Seca-222, estando descalza, en posición erecta y haciendo coincidir su línea media sagital con la línea media del tallímetro.

- **Índice de masa corporal.** Calculado como peso (kg)/talla (m<sup>2</sup>).

- **PAS y PAD.** Media de dos determinaciones obtenidas con un intervalo de tiempo entre de 5 minutos y tras un periodo de reposo de al menos 5 minutos antes de la primera determinación. La PA se obtuvo por procedimiento automatizado mediante el monitor OMRON M5-I® con el sujeto en sedestación, en un ambiente silencioso y tranquilo, con el brazo derecho colocado en semiflexión a la altura del corazón. Se calculó PAM: PAD+[0,333x (PAS-PAD)] y PP: PAS- PAD.

Las determinaciones de todas las variables antropométricas y de PA se realizaron por enfermeras entrenadas.

- **Condición física.** Se midieron dos de los componentes de la condición física relacionada con la salud en adultos jóvenes<sup>19</sup>:

a) **Capacidad aeróbica.** Mediante el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) estimado con test de esfuerzo submáximo en cicloergómetro Ergoline Variobike 550® según protocolo establecido por el dispositivo FitMate. El oxígeno se midió directamente mediante analizador de gases FitMatePro®.

b) **Fuerza muscular.** Mediante dos pruebas: 1) centímetros de salto horizontal sin impulso y con pies separados a la anchura de los hombros para evaluar la fuerza explosiva del tren inferior; y 2) dinamometría manual para valorar fuerza de prensión manual (la media de las dos manos en Kg) mediante dinamómetro digital Takei TTK 5101® (intervalo 5-100 kg; precisión 0,1 kg). Se calculó el índice de fuerza muscular específico como la suma de las puntuaciones z estandarizadas de la razón entre el test de dinamometría/peso y del test de salto horizontal<sup>20</sup>.

**Análisis estadístico.** Los datos fueron introducidos de forma independiente por dos grupos de personas del proyecto (becadas). Un examen preliminar permitió valorar la

autenticidad de los valores extremos y outliers. Se valoró el ajuste de las diferentes variables a una distribución normal tanto mediante procedimientos gráficos como mediante la prueba de Kolmogorov Smirnov. El IMC se categorizó en normopeso ( $<25$  Kg/m<sup>2</sup>), sobrepeso (25-30 Kg/m<sup>2</sup>) y obesidad ( $>30$  Kg/m<sup>2</sup>). Los niveles de capacidad aeróbica e índice de fuerza muscular se categorizaron mediante percentiles ( $P<25$ =Bajo,  $P25-75$ =Medio,  $P>75$ =Alto). Mediante análisis de la covarianza (ANCOVA), ajustando por edad, se contrastaron las diferencias en las puntuaciones medias de cada uno de los componentes de la PA (PAS, PAD, PAM, PP) entre categorías de estatus ponderal, niveles de capacidad aeróbica y niveles de índice de fuerza muscular. El valor p de los contrastes de hipótesis *post-hoc* se determinó mediante la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples. Se estimó la intensidad de la asociación independiente del IMC, índice de fuerza muscular y la capacidad aeróbica con cada uno de los componentes de la PA (PAS, PAD, PAM, PP) a través de modelos de regresión lineal múltiple mediante el método introducir, ajustando por edad. Como criterio de significación estadística bilateral se utilizó  $p\leq 0,05$ . Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software IBM® SPSS® Statistics<sup>19</sup>.

## RESULTADOS

La tabla 1 presenta las características demográficas, condición física y componentes de PA. La edad media de las participantes fue de 20,1 (DE $\pm$  4,4 años).

La tabla 2 presenta las diferencias en las medias de PAS, PAD, PAM y PP por categorías de estatus ponderal y niveles de capacidad aeróbica e índice de fuerza muscular, ajustadas por edad. En mujeres jóvenes con normopeso la media de la PAS fue de 108,0 $\pm$ 8,9 mmHg; la PAD de 67,7 $\pm$ 6,7 mmHg; la PAM de 81,1 $\pm$ 6,8 mmHg; y la PP de 40,3 $\pm$ 6,6 mmHg, mientras que en mujeres obesas la PAS fue de 123,1 $\pm$ 8,9 mmHg;

**Tabla 1**  
**Características antropométricas, condición física y componentes de PA en mujeres jóvenes**

	n=407
Edad (años)	20,1 $\pm$ 4,4
Peso (Kg)	58,7 $\pm$ 9,8
Altura (cm)	162 $\pm$ 0,5
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	22,1 $\pm$ 3,5
Porcentaje de grasa corporal	34,1 $\pm$ 5,6
PAS (mmHg)	109,0 $\pm$ 9,4
PAD (mmHg)	68,6 $\pm$ 7,1
PAM (mmHg)	82,1 $\pm$ 7,3
PP (mmHg)	40,3 $\pm$ 6,8
Capacidad aeróbica (VO <sub>2</sub> max.)	29,3 $\pm$ 4,8
Índice de fuerza muscular	0,143 $\pm$ 1,5

IMC= índice de masa corporal; PAS= presión arterial sistólica; PAD= presión arterial diastólica; PAM= presión arterial media; PP= presión de pulso.

Capacidad aeróbica medida como VO<sub>2</sub> máximo estimado en prueba submáxima con cicloergómetro.

Índice de fuerza muscular= suma en puntuaciones z estandarizadas del test dinamometría/peso y del test salto horizontal.

PAD de 80,5 $\pm$ 6,2 mmHg; la PAM de 94,7 $\pm$ 6,5 mmHg; y la PP de 42,5 $\pm$ 6,2 mmHg, las diferencias en los valores de PA entre mujeres con normopeso y con obesidad fueron estadísticamente significativas en todos los componentes de la PA ( $p<0,001$ ) excepto para la PP ( $p=0,344$ ). En mujeres jóvenes con baja capacidad aeróbica la media de la PAS fue de 110,9 $\pm$ 9,9 mmHg; la PAD de 70,5 $\pm$ 7,6 mmHg; la PAM de 84,0 $\pm$ 7,7 mmHg; y la PP de 40,3 $\pm$ 7,3 mmHg, mientras que en las que poseen una capacidad aeróbica alta la PAS fue de 107,4 $\pm$ 9,3 mmHg; la PAD de 67,0 $\pm$ 7,0 mmHg; la PAM de 80,4 $\pm$ 7,2 mmHg; y la PP 40,4 $\pm$ 6,6 de mmHg, las diferencias en los valores de PA entre

**Tabla 2**  
**Diferencia en la media (DE) de los componentes de la presión arterial (mmHg) por categorías de índice de masa corporal, capacidad aeróbica y fuerza muscular, controlando por edad, en mujeres jóvenes.**

Variables	Índice de masa corporal					Capacidad aeróbica*					Índice de fuerza muscular**				
	Normopeso (n=341)	Sobrepeso (n=52)	Obesidad (n=14)	p	Bonferroni***	Baja (n=86)	Media (n=179)	Alta (n=87)	p	Bonferroni	Baja (n=97)	Media (n=205)	Alta (n=96)	p	Bonferroni
PAS (mmHg)	108,0±8,9	111,6±8,9	123,1±8,9	<0,001	N<S<O	110,9±9,9	108,3±8,9	107,4±9,3	0,041	A<B	109,52±9,7	108,93±9,4	108,54±9,0	0,772	-----
PAD (mmHg)	67,7±6,7	71,4±6,5	80,5±6,2	<0,001	N<S<O	70,5±7,6	67,8±6,5	67,0±7,0	0,003	M<BA>B	69,32±7,2	68,66±7,0	68,03±7,3	0,405	-----
PAM (mmHg)	81,1±6,8	84,8±6,4	94,7±6,5	<0,001	N<S<O	84,0±7,7	81,3±6,6	80,4±7,2	0,004	A<BA<B	82,72±7,5	82,09±7,2	81,53±7,2	0,495	-----
PP (mmHg)	40,3±6,6	40,1±7,9	42,5±6,2	0,344	-----	40,3±7,3	40,4±6,8	40,4±6,6	0,998	-----	40,19±6,3	40,26±6,9	40,50±6,8	0,914	-----

PAS= presión arterial sistólica; PAD= presión arterial diastólica; PAM= presión arterial media; PP= presión de pulso; N= normopeso; S= sobrepeso; O= obesidad; A= alta; M= media; B= baja.

\*Capacidad aeróbica: VO2 máximo estimado en prueba submáxima con cicloergómetro.

\*\*Índice de fuerza muscular: suma en puntuaciones z estandarizadas por edad y sexo del test dinamometría/peso y del test de salto horizontal.

\*\*\*El valor p de los contraste de hipótesis post-hoc se determinó mediante la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples (p<0,05).

**Tabla 3**  
**Índice de masa corporal, índice de fuerza muscular y capacidad aeróbica como predictores de los componentes de presión arterial, en modelos de regresión lineal múltiple, controlando por edad, en mujeres jóvenes.**

Variables dependientes	Variables independientes	$\Delta R^2$	$\beta$ -estandarizado	p
PAS	IMC	0,107	0,401	<0,001
	Índice de fuerza muscular	0,023	0,171	0,002
PAD	IMC	0,098	0,348	<0,001
	Índice de fuerza muscular	0,118	0,183	0,001
	Capacidad aeróbica	0,14	-0,154	0,004
PAM	IMC	0,119	0,393	<0,001
	Índice de fuerza muscular	0,145	0,199	<0,001
	Capacidad aeróbica	0,161	-0,134	0,011
PP	IMC	0,015	0,122	0,023

Variables independientes incluidas en el modelo: índice de masa corporal (IMC), índice de fuerza muscular, capacidad aeróbica (VO2 max) y edad.

Abreviaturas: PAS= presión arterial sistólica; PAD= presión arterial diastólica; PAM= presión arterial media; PP= presión de pulso.

Capacidad aeróbica: VO2 máximo estimado en prueba submáxima con cicloergómetro.

Índice de fuerza muscular= suma en puntuaciones z estandarizadas por edad y sexo del test dinamometría/peso y del test salto horizontal.

mujeres con baja y alta capacidad aeróbica fueron estadísticamente significativas en todos los componentes de la PA ( $p \leq 0,05$ ) excepto para la PP ( $p=0,998$ ). La fuerza muscular no se asoció estadísticamente con ninguno de los componentes de PA ( $p > 0,05$ ).

En modelos de regresión lineal múltiple (tabla 3) las variables independientes asociadas a los componentes de PA fueron: el IMC ( $\beta$  estandarizado= 0,401;  $p < 0,001$ ) y el índice de fuerza muscular ( $\beta$  estandarizado=0,171;  $p=0,002$ ) con la PAS; el IMC ( $\beta$  estandarizado=0,348;  $p < 0,001$ ), el índice de fuerza muscular ( $\beta$  estandarizado=0,183;  $p=0,001$ ) y la capacidad aeróbica ( $\beta$  estandarizado=-0,154;  $p=0,004$ ) con la PAD; el IMC ( $\beta$  estandarizado=0,393;  $p < 0,001$ ), el índice

de fuerza muscular ( $\beta$  estandarizado=0,199;  $p < 0,001$ ) y la capacidad aeróbica ( $\beta$  estandarizado=-0,134;  $p=0,011$ ) con la PAM; y el IMC ( $\beta$  estandarizado=0,122;  $p=0,023$ ) con la PP.

## DISCUSIÓN

Este estudio es, hasta donde conocemos, el primero que analiza el efecto independiente del IMC y de dos capacidades de la condición física (capacidad aeróbica y fuerza muscular) en los componentes de la PA en mujeres jóvenes. De forma general, nuestros datos muestran que las mujeres con sobrepeso/obesidad y baja capacidad aeróbica presentan valores más altos de PA frente a las que presentan normopeso y frente a

las que se encuentran en categorías de capacidad aeróbica media/alta respectivamente. Ninguno de los componentes de la PA mostró diferencias en los valores promedio por categorías de fuerza muscular. El análisis multivariable constató que el IMC era el predictor más fuertemente asociado a todos los componentes de la PA, que la fuerza muscular se asociaba directamente a la PAS, la PAD y la PAM, y que la capacidad aeróbica se asociaba inversamente a la PAD y a la PAM.

Varios estudios evidencian que las personas con sobrepeso/obesidad tienen niveles más altos de PAS, PAD y PP<sup>6,21</sup>. También en nuestro estudio las mujeres con sobrepeso y obesidad tienen niveles más altos de PAS y PAD que las que tienen normopeso. Regidor E et al.<sup>6</sup> encontraron asociación positiva entre la obesidad y la PP en hombres y mujeres mayores de 65 años. En nuestro estudio no encontramos asociación entre la obesidad y la PP en mujeres jóvenes, probablemente debido a la menor rigidez arterial que tienen las personas adultas jóvenes en relación a las mayores<sup>22</sup>. Nuestros datos revelan que existe una relación directa entre obesidad y PAM en este grupo de población.

En nuestro estudio una elevada capacidad aeróbica se asociaba a cifras bajas de PAS, de PAD y de PAM. Sin embargo, la capacidad aeróbica no mostró relación significativa con la PP en este grupo de población. El mecanismo exacto del efecto de la capacidad aeróbica sobre la PA se desconoce, pero se ha descrito una relación inversa entre capacidad aeróbica y rigidez arterial en adultos jóvenes y, quizá, en esta disminución de la rigidez arterial subyace uno de los mecanismos por los que tanto el ejercicio aeróbico continuado de moderada intensidad, como el ejercicio aeróbico que se realiza en intervalos cortos pero de alta intensidad tiene beneficios sobre la PA<sup>23</sup>.

Las mujeres de nuestro estudio en las categorías de mayor fuerza muscular no presentaban valores de PA significativamente menores al de las del resto de categorías. Nuestros resultados están en consonancia con los

reportados en la cohorte del Aerobics Center Longitudinal Study<sup>12</sup>, en la que se comprobó que no había una relación significativa entre PA y fuerza muscular tras ajustar por capacidad aeróbica.

El análisis multivariable nos permitió examinar de forma independiente la asociación entre la obesidad, la capacidad aeróbica, y la fuerza muscular con los diferentes componentes de la PA, y corroboró que la relación del IMC con todos los componentes de la PA es más estrecha que la de cualquiera de los componentes de la condición física, lo que nos alerta del papel crucial del control del peso en el abordaje preventivo de la hipertensión arterial.

En contra de lo esperado, la fuerza muscular se asoció de forma directa con la PAS, la PAD y la PAM tras controlar por estatus ponderal y capacidad aeróbica. Varios estudios constatan que los ejercicios de fuerza que implican contracciones isométricas (máxima tensión sin movimiento en el músculo) podrían aumentar la PA periférica total por el efecto compresivo que ejercen los músculos sobre las arterias<sup>24,25</sup>. Este hecho, que a nuestro juicio debería tenerse en cuenta a la hora de recomendar ejercicio físico de fuerza muscular en el tratamiento y prevención de la hipertensión arterial, sugiere que serían más recomendables los ejercicios de fuerza-resistencia (múltiples repeticiones contra una resistencia determinada durante un tiempo prolongado)<sup>12,26</sup>.

Dado que las personas con más fuerza muscular suelen ser más corpulentas y el IMC ha demostrado tener una relación directa con los niveles de PA, es complicado aislar el efecto independiente del IMC, la capacidad aeróbica y la fuerza muscular sobre los niveles de PA. Por ello, una de las debilidades de los estudios que analizan la relación entre IMC y PA es que rara vez han controlado el posible efecto confundidor y/o mediador de estas variables. Hasta donde conocemos nuestro estudio es el único que analiza la asociación independiente de cada una de estas variables interrelaciona-

das sobre la PA mediante un análisis de regresión lineal múltiple.

La asociación inversa entre la capacidad aeróbica y la PAD y PAM se mantienen al controlar por estatus ponderal y fuerza muscular, lo que podría indicar que el riesgo de hipertensión arterial en mujeres, incluso con obesidad, podría minimizarse a través de una mejora en la capacidad aeróbica.

Entre las limitaciones de nuestro estudio cabe destacar que se trata de un diseño transversal, lo que nos impide establecer relaciones de causalidad entre estatus ponderal, nivel de condición física y componentes de la PA. Asimismo, nuestros hallazgos están basados en datos de mujeres de entre 18 y 30 años y, por lo tanto, es posible que no sean válidos para hombres y/o personas cuya edad esté muy alejada de este rango. Sin embargo, aún reconociendo esta limitación impuesta por el insuficiente número de hombres en la muestra del estudio de Cuenca Adultos, pensamos que nuestros resultados tienen interés, ya que al tratarse de mujeres en los primeros años de la edad adulta, un grupo de población que si bien se caracteriza por tener un perfil de riesgo cardiometabólico más bajo que el de los hombres, ha sido menos estudiado que el de éstos. Además, si tenemos en cuenta que la mayoría de las mujeres adultas jóvenes gozan de buena salud<sup>27</sup>, y como consecuencia de ello las visitas a las consultas médicas son escasas, detectar los factores asociados al riesgo de prehipertensión arterial nos permitirá diseñar programas de intervención adecuados para mejorar el riesgo cardiovascular futuro. Por otro lado, nuestros resultados complementan evidencias consistentes en hombres acerca de las variables de estudio<sup>14</sup>.

No se nos escapa que se precisa de estudios que analicen las relaciones entre capacidad aeróbica y obesidad a través de estrategias estadísticas más complejas, como el análisis de mediadores que delimite qué

proporción del efecto de la condición física en la PA se realiza a través de la modificación de la composición corporal y, más específicamente, de la reducción de la grasa visceral. Sin embargo, creemos que nuestro estudio tiene importancia clínica puesto que cuantifica el papel del IMC en los diferentes componentes de la PA, tras el control de dos componentes de la condición física, la capacidad aeróbica y la fuerza muscular, en un grupo de población poco estudiado que corrobora el papel crucial del control del peso en la prevención de la hipertensión arterial.

## AGRADECIMIENTOS

A todos los que han participado en el Estudio de Cuenca Adultos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kjeldsen SE, Devereux RB, Hille DA, Lyle PA, Dahlof B, Julius S, et al. Predictors of cardiovascular events in patients with hypertension and left ventricular hypertrophy: the Losartan Intervention for Endpoint reduction in hypertension study. *Blood Press.* 2009; 18:348-61.
2. Rutan GH, McDonald RH, Kuller LH. A historical perspective of elevated systolic vs diastolic blood pressure from an epidemiological and clinical trial viewpoint. *J Clin Epidemiol.* 1989; 42:663-73.
3. Avolio AP, Bortel LM, Boutouyrie P, Cockcroft JR, McEniery CM, Protogerou AD et al. Role of Pulse Pressure Amplification in Arterial Hypertension. *Hypertension.* 2009; 54:375-83.
4. Franklin SS, Lopez VA, Wong ND, Mitchell GF, Larson MG, Vasan RS, et al. Single Versus Combined Blood Pressure Components and Risk for Cardiovascular Disease. The Framingham Heart Study. *Circulation.* 2009; 119:243-50.
5. Popkin BM, Adair LS, Ng SW. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr Rev.* 2012; 70:3-21.
6. Regidor E, Benegas JR, Gutiérrez-Fisac JL, Domínguez V, Rodríguez-Artalejo F. Influence of childhood socioeconomic circumstances, height, and obesity on pulse pressure and systolic and diastolic blood pressure in older people. *J Human Hypertens.* 2006; 20:73-82.

7. Anyanwu GE, Ekezie J, Danborn B, Ugochukwu AI. Body size and adiposity indicators and their relationship with blood pressure levels in Ibos of Nigeria. *Niger J Med.* 2011; 20:44-51.
8. Hall JE, da Silva AA, do Carmo JM, Dubinion J, Hamza S, Munusamy S, et al. Obesity- induced hypertension: role of sympathetic nervous system, leptin, and melanocortins. *J Biol Chem.* 2010; 285: 17271-6.
9. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Warnberg J, Gutiérrez A; Grupo AVENA. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol.* 2005; 58:989-09.
10. Carnethon MR, Evans NS, Church TS, Lewis CE, Schreiner PJ, Jacobs DR Jr, et al. Joint associations of physical activity and aerobic fitness on the development of incident hypertension: coronary artery risk development in young adults. *Hypertension.* 2010; 56:49-55.
11. Kelley GA, Kelley KS. Progressive resistance exercise and resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension.* 2000; 35: 838-43.
12. Maslow AL, Sui X, Calabianchi N, Hussey J, Blair SN. Muscular strength and incident hypertension in normotensive and prehypertensive men. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42: 288-95.
13. 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.
14. Carter JR, Ray CA, Downs EM, Cooke WH. Strength training reduces arterial blood pressure but not sympathetic neuronal activity in young normotensive subjects. *J Appl Physiol.* 2003; 94: 2212-6.
15. Bertovic DA, Waddell TK, Gatzka CD, Cameron JD, Dart AM, Kingwell BA. Muscular strength is associated with low arterial compliance and high pulse pressure. *Hypertension.* 1999; 33:1385-91.
16. Chen X, Wang Y. Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis. *Circulation.* 2008; 117:3171-80
17. Hart EC, Charkoudian N, Wallin BG, Curry TB, Eisenach JH, Joyner MJ. Sex differences in sympathetic neural-hemodynamic balance: implications for human blood pressure regulation. *Hypertension.* 2009; 53:571-6.
18. Ortiz-Galeano I, Franquelo-Morales P, Notario-Pacheco B, Nieto Rodríguez JA, Ungría Cañete MV, Martínez-Vizcaino V. Arterial pre-hypertension in Young adults. *Rev Clin Esp.*2012; 212:287-91.
19. Artero EG, Ruiz JR, Ortega FB, España-Romero V, Vicente-Rodríguez G, Molnar D, et al. Muscular and cardiorespiratory fitness and independently associated with metabolic risk in adolescents: the HELENA study. *Pediatr Diabetes.*2011;12:704-12.
20. Ortega FB, Sánchez-López M, Solera-Martínez M, Fernández-Sánchez A, Sjöström M, Martínez-Vizcaino V. Self-reported and measured cardiorespiratory fitness similarly predict cardiovascular disease risk in Young adults. *Scand J Med Sci Sports.* 2012. doi:10.1111/j.1600-0838.2012.01454.x.
21. Hilal Y, Acar T, Koksall E, Gezmen K, Akbulut G, Bilici S, Sanlier N. The association of anthropometric measurements and lipid profiles in Turkish hypertensive adults. *Afr Health Sci.* 2011;11: 407-13.
22. Vaitkevicius PV, Fleg JL, Engel JH, O'Connor FC, Wright JG, Lakatta LE, et al. Effects of age and aerobic capacity on arterial stiffness in healthy adults. *Circulation.* 1993; 88:1456-62.
23. Gomes Ciolac E. High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise?. *Am J Cardiovasc Dis.* 2012; 2: 102-10.
24. Palatini P. Blood pressure behavior during physical activity. *Sports Med.* 1988; 5: 353-74.
25. Cantor A, Gold B, Gueron M, Cristal N, Prajrod G, Shapiro Y. Isotonic (dynamic) and isometric (static) effort in the assessment and evaluation of diastolic hypertension: correlation and clinical use. *Cardiology.* 1987;74:141-6.
26. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, Gulanick M, Laing ST, Stewart KJ; American Heart Association Council on Clinical Cardiology; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation.* 2007; 116:572-84
27. Hernán M, Fernández A, Ramos M. La salud de los jóvenes. *Gac Sanit.* 2004; 18: 47-55.