

Artículo original

Asociación entre adiposidad corporal y presión arterial entre los 6 y los 16 años. Análisis en una población escolar madrileña

M. Dolores Marrodán Serrano^{a,b,*}, M. Dolores Cabañas Armesilla^a, M. Margarita Carmenate Moreno^c, Marisa González-Montero de Espinosa^a, Noemí López-Ejeda^a, Jesús R. Martínez Álvarez^{a,b}, Consuelo Prado Martínez^c y Juan F. Romero-Collazos^{a,c,d}

^a Grupo de Investigación EPINUT-UCM, Madrid, España

^b Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA), Madrid, España

^c Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España

^d DeporClinic, Clínica de Medicina Deportiva y Fisioterapia, Coslada, Madrid, España

Historia del artículo:

Recibido el 20 de marzo de 2012

Aceptado el 17 de agosto de 2012

On-line el 5 de diciembre de 2012

Palabras clave:

Obesidad

Presión arterial

Pediatría

Composición corporal

Riesgo cardiovascular

RESUMEN

Introducción y objetivos: El avance de la hipertensión en edad temprana puede atribuirse al incremento de la obesidad. El objetivo es analizar la repercusión del exceso ponderal, el grado y la distribución de la adiposidad en la presión arterial de población escolar española.

Métodos: Estudio transversal sobre 1.511 escolares de 6 a 16 años. Se midió peso, talla, perímetro de la cintura, pliegues adiposos y presión arterial. Se establecieron categorías nutricionales a partir del índice de masa corporal, el índice de cintura-talla y el porcentaje de grasa. Siguiendo al *National High Blood Pressure Education Program Working Group*, se consideró con presión elevada a los sujetos que superaban el percentil 90 del estándar.

Resultados: Presentaron presión arterial elevada el 3,17% de los niños y el 3,05% de las niñas. Según el análisis de la *odds ratio*, el riesgo aumentó en los sujetos con índice de masa corporal indicativo de obesidad (7,87 veces en niños, 12,32 en niñas), con porcentaje de grasa superior al percentil 97 (6,98 veces en niños, 18,51 en niñas) o con un índice de cintura-talla $\geq 0,5$ (10,56 veces en niños, 7,82 en niñas).

Conclusiones: El sobrepeso y la obesidad aumentan la probabilidad de tener presión elevada entre los 6 y los 16 años, aunque el riesgo varía en función de la cantidad y la localización del tejido adiposo. Los indicadores antropométricos de adiposidad relativa y distribución de la grasa son especialmente útiles para identificar a los niños y adolescentes con presión arterial elevada.

© 2012 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Association Between Adiposity and Blood Pressure Levels Between the Ages of 6 and 16 Years. Analysis in a Student Population From Madrid, Spain

ABSTRACT

Introduction and objectives: The increase in the incidence of hypertension in children can be attributed to the rising prevalence of obesity. The objective is to analyze the impact of overweight and the degree or distribution of adiposity on blood pressure levels in a population of Spanish schoolchildren.

Methods: A cross-sectional study was carried out in 1511 schoolchildren between 6 years and 16 years of age. We measured weight, height, waist circumference, subcutaneous skinfolds, and blood pressure. Nutritional categories were established on the basis of body mass index, waist-to-height ratio, and percent body fat. According to the *National High Blood Pressure Education Program Working Group*, subjects whose blood pressure was above the 90th percentile of the standard normal distribution were considered to have high blood pressure.

Results: In all, 3.17% of the boys and 3.05% of the girls had high blood pressure. According to odds ratio analysis, the risk of high blood pressure increased in individuals with a body mass index indicative of obesity (7.87-fold in boys, 12.32-fold in girls), with a percent body fat >97th percentile (6.98-fold in boys, 18.51-fold in girls), or with a waist-to-height ratio ≥ 0.5 (10.56-fold in boys, 7.82-fold in girls).

Conclusions: Overweight and obesity increase the risk of high blood pressure in children between 6 years and 16 years of age, although the risk level varies depending on the amount and distribution of adipose tissue. Anthropometric indicators of relative adiposity and fat distribution are especially useful in the identification of children and adolescents with high blood pressure.

Full English text available from: www.revespcardiol.org/en

© 2012 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Keywords:

Obesity

Blood pressure

Pediatrics

Body composition

Cardiovascular risk

* Autor para correspondencia: Departamento de Zoología y Antropología Física, Facultad de Biología, Universidad Complutense, José Novais 2, 28040 Madrid, España. Correo electrónico: marrodan@bio.ucm.es (M.D. Marrodán Serrano).

Abreviaturas

%GC: porcentaje de grasa corporal
HTA: hipertensión arterial
ICT: índice de cintura-talla
IMC: índice de masa corporal
PAD: presión arterial diastólica
PAS: presión arterial sistólica

INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial (HTA) es el componente más común del síndrome metabólico¹⁻³, y una reciente revisión destaca su relevancia en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares⁴. Aunque los estudios sobre la prevalencia de presión arterial (PA) elevada en población pediátrica son relativamente escasos, ciertos artículos permiten conocer su evolución. McCarron et al⁵ constataron que en Estados Unidos la HTA infantil disminuyó entre 1963 y 1988. Sin embargo, la tendencia se invirtió en los noventa, y en 2002 la HTA afectaba al 3,3% de los caucásicos, el 4,2% de los afroamericanos y el 4,6% de los mexicanoamericanos entre 8 y 17 años⁶.

En opinión de ciertos expertos⁷, el avance de la HTA en edad temprana es atribuible al paralelo incremento de la obesidad. Diferentes investigaciones en Estados Unidos⁸ y otros países geográfica y étnicamente distantes, como Venezuela^{9,10}, Canadá¹¹, México¹², China^{13,14} o España¹⁵, apoyan esta idea. Por otra parte, los resultados de estudios epidemiológicos con seguimiento a medio o largo plazo corroboran que la HTA precoz es determinante para la evolución negativa de las enfermedades cardiovasculares en el adulto¹⁶⁻¹⁹. De tal evidencia se desprende la importancia de detectar la HTA infantil antes de que sus complicaciones ocasionen problemas de salud en etapas posteriores de la vida.

En este contexto, el objetivo del presente trabajo es analizar la asociación del exceso ponderal y del grado o la distribución de la adiposidad con la PA de escolares españoles y, al mismo tiempo, explorar en qué medida los indicadores antropométricos de composición corporal son útiles para identificar, en población pediátrica, el riesgo de PA elevada.

MÉTODOS

Se ha efectuado un estudio transversal en 692 niños y 819 niñas de 6 a 16 años. Los datos se recopilaron entre 2004 y 2008 en 12 centros escolares de Madrid capital, con un alumnado de características socioeconómicas de nivel medio, según la profesión y los estudios de los progenitores (el 28,3% universitarios, el 31,07% con bachillerato o formación profesional y el 40% con estudios primarios). Los colegios e institutos de enseñanza secundaria fueron los que mostraron interés en participar en el proyecto, apoyado por la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. Fue requisito obtener el consentimiento informado de los padres o tutores, respetando la Declaración de Helsinki²⁰ y la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. El nivel de participación fue del 97% de los escolares a los que se propuso el estudio; el 3% restante no otorgó consentimiento ni argumentó razones de rechazo. Fue criterio de exclusión tener cualquier enfermedad crónica, entre ellas HTA diagnosticada, situación en la que se encontraban 4 sujetos.

Se midió el peso (kg), la talla (cm), el perímetro de cintura (PC) (cm) y los pliegues adiposos subcutáneos bicipital, tricipital,

subescapular y suprailiaco (mm), con material antropométrico homologado, siguiendo los protocolos del *International Biological Programme*²¹ y el *International Society for Advancement of Kinanthropometry*²². La PA se determinó después de al menos 10 min en reposo, empleando esfigmomanómetro de mercurio y estetoscopio Riester. Estando el sujeto sentado con la espalda apoyada, los pies en el suelo y el brazo derecho extendido, se registraron la presión arterial sistólica (PAS) y la presión arterial diastólica (PAD) utilizando como referencia las fases I y V de Korotkoff respectivamente. Se tomó la medida tres veces ya que, por lo general, las cifras tienden a estabilizarse por la adaptación del niño al método y la disminución de su ansiedad; se consideró válido el valor más bajo de las tres tomas realizadas. En los casos en que las cifras de PA resultaron elevadas, se informó a los padres o tutores y se recomendó la visita al pediatra o médico de familia.

Como criterio de clasificación, se utilizaron las tablas del estudio RICARDIN²³ (Riesgo Cardiovascular en la Infancia). Siguiendo las recomendaciones del *National High Blood Pressure Education Program Working Group*²⁴, se consideró normotensos a los sujetos con PA inferior al percentil 90 (p90) del estándar y se agrupó en una categoría de PA elevada a los sujetos prehipertensos e hipertensos cuyo valor de PAS y/o PAD superaban dicho umbral. Este punto de corte (PAS y/o PAD \geq p90) es también el propuesto por Cook et al²⁵ para definir síndrome metabólico en la niñez.

Se calculó el índice de cintura-talla (ICT) dividiendo el PC por la talla, el índice de masa corporal (IMC) dividiendo el peso (en kilogramos) por el cuadrado de la talla (en metros), la suma de los cuatro pliegues y el porcentaje de grasa corporal (%GC), empleando la expresión de Siri²⁶ previa estimación de la densidad mediante las ecuaciones de Brook²⁷ o Durnin y Rahaman²⁸. Se categorizó a cada sujeto en normopeso, sobrepeso u obesidad empleando un doble criterio: los estándares de Cole et al²⁹ y las tablas de Marrodán et al³⁰, que ofrecen la distribución percentilica para el %GC en población infantil y juvenil española. Teniendo en cuenta la utilidad del ICT para la identificación de la obesidad abdominal en edad pediátrica³¹, se clasificó a los escolares en dos grupos partiendo de un valor de corte de ICT \geq 0,5.

En la serie masculina y femenina, se analizó la prevalencia de PA elevada en cada una de las categorías establecidas a partir del IMC, el %GC y el ICT, evaluando el grado de asociación mediante cálculo de las *odds ratio* y prueba de la χ^2 . Asimismo, clasificada la muestra por sexos y grupos de edad (6-11 y 12-16 años), se estimaron las medias \pm desviación estándar de la PAS y la PAD en las distintas categorías nutricionales. Como test de contraste, se aplicó la prueba de la t de Student y ANOVA (análisis de la varianza), seguido de una prueba *post-hoc* de Bonferroni. Se efectuó un análisis de correlación entre PA y antropometría, considerando como variables de control sexo y edad. Para evaluar el efecto simultáneo de los indicadores antropométricos en la PA, se aplicó un modelo de regresión logística binaria multivariable, considerando como variable dependiente la presencia de PA elevada y como variables independientes los indicadores de tamaño (IMC), adiposidad relativa (%GC) y distribución de la grasa (ICT) junto con la categoría de edad, sexo y nivel socioeconómico estimado a partir del promedio entre las puntuaciones asignadas a los estudios y la profesión de los progenitores, método adaptado del criterio Graffar³². Para minimizar el efecto de colinealidad, se centralizaron las variables continuas. Se aplicó la prueba de Hosmer-Lemeshow para verificar la bondad del ajuste y se calculó el área bajo la curva *receiver operating characteristic*. Los procedimientos estadísticos se ejecutaron con el programa SPSS. 19.0.

RESULTADOS

La prevalencia de PA elevada fue el 3,17% de los niños y el 3,05% de las niñas. Sin embargo, los sujetos con PA elevada no se

Tabla 1
Prevalencia de presión arterial elevada por categoría nutricional en escolares madrileños

Criterio	n (%)	HTA (\geq p90)		
		n (% en la categoría)	OR	p
Niños	22			
<i>IMC</i>				
Normopeso	514 (74,3)	10 (1,9)	—	—
Sobrepeso	141 (20,4)	7 (4,9)	2,63	< 0,05
Obesidad	37 (5,35)	5 (13,5)	7,87	< 0,001
<i>%GC</i>				
< p90	491 (70,9)	9 (1,8)	—	—
\geq p90 a < p97	123 (17,8)	4 (3,3)	1,80	0,123 (ns)
\geq p97	78 (11,3)	9 (11,5)	6,98	< 0,001
<i>ICT</i>				
< 0,5	564 (81,5)	7 (1,2)	—	—
\geq 0,5	128 (18,5)	15 (11,7)	10,50	< 0,001
Niñas	25			
<i>IMC</i>				
Normopeso	619 (75,6)	9 (1,4)	—	—
Sobrepeso	161 (19,6)	10 (6,2)	4,48	< 0,05
Obesidad	39 (4,8)	6 (15,4)	12,33	< 0,001
<i>%GC</i>				
< p90	634 (77,4)	5 (0,7)	—	—
\geq p90 a < p97	123 (15,0)	12 (9,7)	13,51	< 0,001
\geq p97	62 (7,6)	8 (12,9)	18,50	< 0,001
<i>ICT</i>				
< 0,5	656 (80,1)	9 (1,4)	—	—
\geq 0,5	163 (19,9)	16 (9,8)	7,82	< 0,001

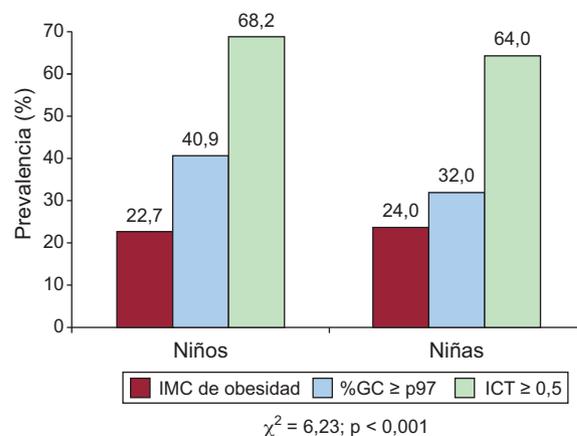
%GC: porcentaje de grasa corporal; HTA: hipertensión arterial; ICT: índice de cintura-talla; IMC: índice de masa corporal; ns: no significativo; OR: odds ratio.

distribuyen aleatoriamente entre las categorías nutricionales. Como se desprende de las *odds ratio* (tabla 1), los niños y las niñas identificados según el IMC con sobrepeso u obesidad presentan un riesgo de PA elevada significativamente superior a los clasificados en normopeso. Por lo que respecta a la adiposidad relativa, el riesgo de PA elevada también está significativamente aumentado en los niños ubicados por encima del p97 y en las niñas cuyo %GC supera el p90 respecto a sus pares localizados por debajo

Tabla 2
Valores medios de presión arterial sistólica y diastólica (mmHg) por grupo de edad y categoría nutricional establecida a partir del índice de masa corporal

IMC	6-11 años		12-16 años	
	PAS	PAD	PAS	PAD
Niños (n)	301		394	
Normopeso	101,76 \pm 15,37	61,15 \pm 11,72	111,86 \pm 13,36	63,43 \pm 10,21
Sobrepeso	103,37 \pm 13,04	63,57 \pm 11,36	115,46 \pm 12,15	65,79 \pm 11,78
Obesidad	109,79 \pm 15,50	67,16 \pm 11,67	118,69 \pm 12,45	71,76 \pm 9,08
ANOVA	F = 4,80 p < 0,05	F = 4,18 p < 0,05	F = 3,72 p < 0,05	F = 5,08 p < 0,001
Niñas (n)	381		435	
Normopeso	100,45 \pm 12,52	63,28 \pm 11,63	108,22 \pm 12,80	63,25 \pm 10,87
Sobrepeso	104,98 \pm 15,44	64,09 \pm 12,12	113,77 \pm 13,21	67,62 \pm 12,02
Obesidad	110,94 \pm 14,35	65,75 \pm 11,23	117,26 \pm 15,65	70,21 \pm 13,33
ANOVA	F = 7,55 p < 0,001	F = 0,51 p = 0,422 (ns)	F = 9,01 p < 0,001	F = 7,39 p < 0,001

ANOVA: análisis de la varianza; IMC: índice de masa corporal; ns: no significativo; PAD: presión arterial diastólica; PAS: presión arterial sistólica. Salvo otra indicación, los valores expresan media \pm desviación estándar.

**Figura.** Prevalencia de obesidad según índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal \geq p97 e índice de cintura-talla \geq 0,5 entre los escolares que tenían presión arterial elevada. %GC: porcentaje de grasa corporal; ICT: índice de cintura-talla; IMC: índice de masa corporal.

de dicho umbral. Por lo que atañe al ICT, los escolares ubicados sobre el punto de corte (0,5) ven incrementado el riesgo de PA elevada en 10,50 veces si son niños y en 7,82 si son niñas.

La influencia del exceso de adiposidad y de su distribución se revela en la figura, en la que se observa que los sujetos con PA elevada tenían en mayor proporción un ICT \geq 0,5 o un %GC \geq p97 que un IMC indicativo de obesidad. La asociación entre el tamaño, la adiposidad y la PA se pone nuevamente de manifiesto mediante el ANOVA aplicado al contraste de medias entre categorías nutricionales (tabla 2): tanto a los 6-11 años como a los 12-16, los niños con exceso ponderal presentan PAS y PAD medias significativamente más elevadas. En la serie femenina, los resultados son prácticamente idénticos, aunque entre los 6 y 11 años la variación de PAD no llega a ser significativa.

En la tabla 3 puede comprobarse que, en ambos grupos de edad, las medias de PAS y PAD se incrementan en función de la adiposidad relativa, si bien entre los niños el aumento sólo alcanza significación estadística para la PAD de los 12 a 16 años. El test de Bonferroni, pone de manifiesto además que las diferencias alcanzan significación a partir del p90. En las niñas, la elevación de la PA en paralelo al %GC es más evidente, y la diferencia entre los promedios que corresponden a los distintos percentiles es significativa, con excepción de la PAD a los 6-11 años. En este caso, la prueba *post-hoc* para el contraste de medias mostró que la

Tabla 3

Valores medios de presión arterial sistólica y diastólica (mmHg) por grupo de edad y categoría nutricional establecida a partir del porcentaje de grasa corporal

%GC	6-11 años		12-16 años	
	PAS	PAD	PAS	PAD
Niños	301		394	
< p90	100,81 ± 13,22	62,38 ± 9,88	111,88 ± 11,24	63,28 ± 10,51
≥ p90 a <p97	102,54 ± 15,33	62,45 ± 11,62	112,26 ± 13,75	64,19 ± 11,48
≥ p97	103,74 ± 15,07	62,08 ± 11,76	115,70 ± 11,42	66,02 ± 10,60
ANOVA	F = 0,61 p = 0,654 (ns)	F = 0,22 p = 0,731 (ns)	F = 1,90 p = 0,201 (ns)	F = 4,94 p < 0,05
Niñas	381		435	
< p90	98,46 ± 13,55	63,46 ± 12,07	108,18 ± 13,44	63,07 ± 11,25
≥ p90 a <p97	100,34 ± 9,03	63,19 ± 9,94	111,62 ± 12,22	66,61 ± 11,80
≥ p97	107,85 ± 13,03	64,18 ± 10,76	114,30 ± 12,24	67,37 ± 10,06
ANOVA	F = 11,2 p < 0,001	F = 0,14 p = 0,812 (ns)	F = 6,13 p < 0,001	F = 6,08 p < 0,001

%GC: porcentaje de grasa corporal; ANOVA: análisis de la varianza; ns: no significativo; PAD: presión arterial diastólica; PAS: presión arterial sistólica. Salvo otra indicación, los valores expresan media ± desviación estándar.

Tabla 4

Valores medios de presión arterial sistólica y diastólica (mmHg) por grupo de edad y categoría nutricional establecida a partir del índice de cintura-talla

ICT	6-11 años		12-16 años	
	PAS	PAD	PAS	PAD
Niños (n)	301		394	
< 0,5	101,88 ± 15,94	62,41 ± 11,76	110,41 ± 12,98	62,15 ± 10,69
≥ 0,5	106,50 ± 13,62	64,60 ± 11,31	114,18 ± 12,84	66,89 ± 12,40
	t = 4,64 p < 0,001	t = 3,33 p < 0,05	t = 6,13 p < 0,05	t = 7,08 p < 0,001
Niñas (n)	381		435	
< 0,5	101,27 ± 12,13	64,24 ± 12,67	106,86 ± 13,24	62,30 ± 11,72
≥ 0,5	105,69 ± 13,90	65,03 ± 12,05	112,77 ± 13,29	66,89 ± 12,40
	t = 4,64 p < 0,05	t = 0,82 p = 0,251 (ns)	t = 6,13 p < 0,05	t = 5,23 p < 0,001

ICT: índice de cintura-talla; ns: no significativo; PAD: presión arterial diastólica; PAS: presión arterial sistólica. Salvo otra indicación, los valores expresan media ± desviación estándar.

PAS comienza a ser significativamente más elevada a partir del p90, mientras que la tendencia al aumento de la PAD es significativa a partir del p97 de %GC.

En la tabla 4 se comprueba la influencia de la adiposidad abdominal en la PA. En ambos sexos y ambos grupos de edad, los promedios fueron superiores para los sujetos con ICT ≥ 0,5. Como se deduce de los valores del estadístico T, la tendencia fue significativa salvo para la PAD de las niñas de 6-11 años. El análisis

de correlación, controlando el efecto de la edad y el sexo (tabla 5), muestra que la PAS y la PAD se relacionan positivamente con la estatura, el peso, el PC, la suma de los cuatro pliegues, el IMC, el ICT y el %GC. Los coeficientes de Pearson fueron siempre significativos, más elevados entre las variables antropométricas y la PAS. Por otra

Tabla 5

Coeficiente de correlación de Pearson por sexo y edad entre presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y variables antropométricas

	PAS (r)	PAD (r)
Estatura	0,190*	0,117*
Peso	0,263*	0,197*
PC	0,241*	0,257*
Sumatoria de pliegues (bicipital + tricupital + subescapular + suprailiaco)	0,128*	0,103*
IMC	0,217*	0,177*
ICT	0,343*	0,214*
%GC	0,112*	0,179*

%GC: porcentaje de grasa corporal; ICT: índice de cintura-talla; IMC: índice de masa corporal; PAD: presión arterial diastólica; PAS: presión arterial sistólica; PC: perímetro de la cintura.

* p < 0,01.

Tabla 6

Asociación entre presión arterial elevada e indicadores antropométricos estimada mediante regresión logística multivariable

Variables independientes	OR (IC95%)	p
Sexo	0,756 (0,391-1,005)	0,163 (ns)
Grupo de edad	1,326 (1,278-1,413)	0,05
Nivel socioeconómico	0,603 (0,453-0,991)	0,675 (ns)
IMC	1,430 (1,198-2,143)	0,002
%GC	1,291 (1,112-1,494)	0,04
ICT	1,361 (1,043-1,157)	0,001

%GC: porcentaje de grasa corporal; IC95%: intervalo de confianza del 95%; ICT: índice de cintura-talla; IMC: índice de masa corporal; ns: no significativo; OR: odds ratio (obtenidos a partir de los coeficientes de regresión).

Variable dependiente: presión arterial elevada = presión arterial sistólica o presión arterial diastólica > p90 del estándar.

Variables independientes: sexo (1 = niño; 2 = niña), grupo de edad (1 = 6-9 años; 2 = 11-16 años), nivel socioeconómico (media de la puntuación basada en el nivel de instrucción y la profesión de los progenitores³²).

Estadístico de Hosmer-Lemeshow: $\chi^2 = 0,782$; p = 0,67.

Área bajo la curva = 0,79 (IC95%, 0,675-0,821).

parte, el análisis de regresión logística (tabla 6) corroboró los resultados apuntados por las pruebas bivariantes. Según el modelo, el riesgo de PA elevada se acrecienta significativamente cuando aumentan la edad, el %GC, el IMC y el ICT. El modelo no seleccionó sexo y nivel socioeconómico de la familia como variables predictivas, y su validez se refleja en el estadístico de calibración de Hosmer-Lemeshow ($\chi^2=0,782$; $p = 0,67$) y en el área bajo la curva, cuyo valor (0,79) es aceptable.

DISCUSIÓN

Como se ha indicado, el 3,05% de las niñas y el 3,17% de los varones tenían PAS o PAD por encima del p90 del estándar nacional. Tales cifras son inferiores a las referidas en un estudio publicado por González Jiménez et al¹⁵ sobre 977 sujetos granadinos entre 9 y 17 años, utilizando la misma referencia del estudio RICARDIN. Cabe mencionar que, en el citado estudio, la prevalencia de exceso ponderal superó a la aquí obtenida; según el grupo de edad y sexo, el sobrepeso osciló entre el 10,9 y el 32% y la obesidad, del 4,5 al 15,1%.

En el ámbito internacional, los últimos datos publicados para población escolar mexicana y canadiense también superan a los del presente estudio; Bojórquez Díaz et al¹² detectaron PA elevada en el 12,7% de los estudiantes de primaria en el estado de Sonora, mientras Salvadori et al¹¹ afirman que la padece el 7,6% de los niños rurales de Canadá, pero tanto los escolares sonorenses como los canadienses tenían mayor prevalencia de obesidad que los madrileños del presente estudio. Valores de PA elevada más cercanos a los nuestros se han registrado en Argentina, en el Proyecto Vela³³, donde se constató que el 4,2% de los niños de 5-12 años y el 6% de los jóvenes de 13-18 presentaban PAS o PAD > p90. Según Suárez Cobas et al³⁴, en la misma situación se encontraban el 7,6% de los varones y el 2,4% de las mujeres de Cuba de 15-17 años de edad. Con idéntico criterio, se diagnosticó con PA elevada al 6,3% de los estudiantes de 15-17 años en la ciudad venezolana de Mérida¹⁰.

Kavey et al³⁵, en su artículo de revisión publicado en 2010, señalan que la HTA en niños y adolescentes alcanza una prevalencia mundial de entre el 1 y el 5%, intervalo de variación en el que se ubican los resultados del presente trabajo. No obstante, estudios llevados a cabo después de 2005, como los ya referidos, destacan que el problema ha cobrado mayor importancia en los últimos tiempos. Investigaciones de carácter secular, como el estudio de Cuenca³⁶, detectaron un descenso de los promedios de PAS y PAD en la población escolar analizada entre 1992 y 2004 en dicha provincia, a pesar del notable incremento experimentado por el IMC en el mismo periodo. Sin embargo, otros autores notifican una correlación significativa entre dicho índice y la PA así como un mayor riesgo de HTA en niños con sobrepeso u obesos frente a sus pares de peso normal^{10,37}. Trabajos clásicos como el *Bogalusa Heart Study*³⁸ o el *Muscotine Study*³⁹ ya revelaron correlación positiva entre el peso, el IMC y la PA. Investigaciones más recientes realizadas en España, como el estudio Carmona⁴⁰, han comunicado que el coeficiente r entre el IMC y la PA fluctuaba entre 0,15 y 0,30 según edad y sexo. En otro estudio, efectuado también en la comunidad andaluza⁴¹, la correlación entre ambos parámetros resultó más intensa, $r = 0,637$ en la serie masculina y $r = 0,575$ en la femenina.

En población adulta, se ha demostrado que, si bien el IMC tiene relación con la HTA, frente a este índice⁴², las medidas antropométricas que cuantifican la adiposidad y su distribución son más sensibles para identificar el riesgo de mortalidad en individuos con enfermedad cardiovascular probada, lo que muestra la importancia del análisis de la composición corporal⁴³. Sin embargo, en edad pediátrica y adolescente, la asociación entre

la PA y la adiposidad se ha explorado menos; Pérez Guillén y Hernández de Valera⁴⁴ analizaron a escolares venezolanos en el estado de Miranda, y se evidenció que las cifras tensionales se correlacionan más fuertemente con indicadores de distribución de la grasa ($r = 0,61$) que con el IMC y menos con la PAS y la PAD ($r = 0,21$). Como se ha referido y se deduce de los análisis de correlación y regresión efectuados, nuestros resultados apuntan a que los indicadores de adiposidad centralizada (PC, ICT) se asocian más estrechamente a la PAS y la PAD que la adiposidad total o relativa, representadas por el sumatorio de pliegues y el %GC respectivamente. En la misma línea, analizando a 816 escolares argentinos de 6-10 años, Szer et al⁴⁵ comprobaron que el PC es la medida mejor correlacionada con la PA ($r = 0,79$). Son concordantes los resultados obtenidos por Taylor et al⁴⁶ en estadounidenses de 3 a 19 años. Estos autores señalan, además, que el exceso de grasa central, diagnosticado por el PC, está asociado no sólo a un incremento en la PA, sino también a un perfil lipídico no saludable, como también afirman Cabañas y Esparza²².

Ciertos autores plantean que es la resistencia a la insulina el principal factor que conduce a HTA en sujetos obesos. Algunos trabajos apoyan esta idea^{47,48} mostrando que son la obesidad abdominal y el %GC los indicadores antropométricos más asociados a la sensibilidad a la insulina. Así, Burrows et al⁴⁹ demostraron que, con independencia del desarrollo puberal, los niños y niñas con sensibilidad insulínica reducida tienen tanto el %GC como el PC significativamente mayores que los de sensibilidad insulínica normal. Los resultados del actual estudio coinciden con esta idea y subrayan la importancia del exceso de grasa y su depósito abdominal como factores de riesgo de PA elevada en edad escolar.

Limitaciones

El diseño transversal del presente estudio impide establecer un efecto de causalidad entre el estado de sobrepeso y obesidad de los niños y la PA elevada. A pesar de que se cuenta con una muestra grande (superior a 1.500 sujetos), no es posible garantizar la generalización de los resultados al conjunto de la población escolar de la Comunidad de Madrid en estas franjas de edad. Con la pretensión de rebajar en lo posible el efecto de «bata blanca», decidimos tomar como válida la más baja de las tres tomas de PA realizadas, lo que puede rebajar la prevalencia de PA elevada obtenida. Por otra parte, no haber incluido en este análisis información sobre el nivel de actividad física de los niños y niñas puede reducir el alcance de estos resultados.

CONCLUSIONES

La incidencia de PA elevada (\geq p90) en el conjunto de la muestra fue del 3,17% de los niños y el 3,05% de las niñas. Los valores medios de PAS y PAD se incrementan en función del IMC, el %GC y el ICT. El sobrepeso y la obesidad predisponen a la PA elevada, pero el nivel de riesgo depende en particular del exceso de tejido adiposo y su distribución. El %GC y el ICT como indicador de adiposidad abdominal son especialmente sensibles para identificar a los escolares con PA elevada. Se confirma la importancia de la composición corporal como elemento diagnóstico de prevención cardiovascular en niños y niñas de 6 a 16 años.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

- Gram I, Atar D, Borch-Johnsen K, Boysen G, Burell G, Cifkova R, et al. Guías de práctica clínica sobre prevención de la enfermedad cardiovascular: versión resumida. *Rev Esp Cardiol.* 2009;61:1-49.
- Grau M, Elosua R, Cabrera de León A, Guembe MJ, Baena-Díez JM, Vega Alonso T, et al. Factores de riesgo cardiovascular en España en la primera década del siglo XXI. Análisis agrupado con datos individuales de 11 estudios de base poblacional. Estudio DARIOS. *Rev Esp Cardiol.* 2011;64:295-304.
- Fernández-Bergés D, Cabrera de León A, Sanz H, Elosua R, Guembe MJ, Alzamora M, et al. Síndrome metabólico en España: prevalencia y riesgo coronario asociado a la definición armonizada y a la propuesta por la OMS. Estudio DARIOS. *Rev Esp Cardiol.* 2012;65:241-8.
- Cordero A, Lecuona I, Galve E, Mazón P. Novedades en hipertensión arterial y diabetes mellitus. *Rev Esp Cardiol.* 2012;65 Supl 1:12-23.
- McCarron P, Smith GD, Okasha M. Secular changes in blood pressure in childhood, adolescence and young adulthood: systematic review of trends from 1948 to 1998. *J Hum Hypertens.* 2002;16:677-89.
- Mitsnefes MM. Hypertension in children and adolescents. *Pediatr Clin North Am.* 2006;53:493-512.
- Muntner P, He J, Cutler JA, Wildman RP, Whelton PK. Trends in blood pressure among children and adolescents. *JAMA.* 2004;291:2107-13.
- Meininger JC, Brosnan CA, Eissa MA, Nguyen TQ, Reyes LR, Upchurch SL, et al. Overweight and central adiposity in school-age children and links with hypertension. *J Pediatr Nurs.* 2010;25:119-25.
- Camacho-Camargo N, Alvarado J, Paoli M, Molina Z, Cicchetti R, Santiago J, et al. Relación entre el índice de masa corporal y las cifras de tensión arterial en adolescentes. *Rev Venez Endocrinol Metab.* 2009;7:17-24.
- Blanco LC, Macías TC, López BM. Relación entre la maduración temprana, índice de masa corporal y el comportamiento longitudinal de la presión arterial sistólica. *Acta Cient Venez.* 2000;51:252-6.
- Salvadori M, Sontrop JM, Garg AX, Truong J, Suri JR, Mahmud FH, et al. Elevated blood pressure in relation to overweight and obesity among children in a rural Canadian community. *Pediatrics.* 2008;122:821-7.
- Bojórquez Díaz CI, Angulo Peñúñuri CM, Reynoso Erazo L. Factores de riesgo de hipertensión arterial en niños de primaria. *Psicología y Salud.* 2011;21:245-52.
- Pang W, Sun Z, Zheng L, Li J, Zhang X, Liu S, et al. Body mass index and the prevalence of prehypertension and hypertension in a Chinese rural population. *Interv Med.* 2008;47:893-7.
- Zhang YX, Wang SR. Monitoring of blood pressure in overweight and obese children in Shandong, China. *Ann Hum Biol.* 2011;38:603-7.
- González-Jiménez E, Aguilar-Cordero J, García-García CJ, García-López PA, Álvarez-Ferre J, Padilla-López CA. Prevalencia de sobrepeso y obesidad nutricional e hipertensión arterial y su relación con indicadores antropométricos en una población de escolares de Granada y su provincia. *Nutr Hosp.* 2011;26:1004-10.
- Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP, Tracy RE, Wattigney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med.* 1998;338:1650-6.
- Fuentes RM, Nottola IL, Shemeikka S, Tuomilehto K, Nissinen A. Tracking of systolic blood pressure during childhood: a 15 year follow up population based family study in Eastern Finland. *J Hypertens.* 2002;20:195-202.
- Chen X, Wang Y. Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis. *Circulation.* 2008;117:3171-80.
- Virdis A, Ghiadoni L, Masi S, Versari D, Daghini E, Giannarelli C, et al. Obesity in the childhood: a link to adult hypertension. *Curr Pharm Des.* 2009;15:1063-71.
- World Medical Association (WMA). Ethical principles for medical research involving human subjects. Helsinki: Helsinki Declaration. *JAMA.* 2000;284:3045-6.
- Weiner JS, Lourie JA. Practical human biology. Londres: Academic Press; 1981, 377.
- Cabañas MD, Esparza F, editores. Compendio de cineantropometría. Madrid: CTO; 2009.
- Grupo Cooperativo Español para el Estudio de los Factores de Riesgo Cardiovascular en la Infancia and Adolescencia. Factores de riesgo cardiovascular en la infancia y adolescencia en España. Estudio RICARDIN II: valores de referencia. *An Esp Pediatr.* 1995;43:11-7.
- National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics.* 2004;114:555-76.
- Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third national health and nutrition examination survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2003;157:821-7.
- Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. En: Brozek J, Henschel A, editores. Techniques for measuring body composition. Washington: National Academy of Sciences; 1961
- Brook CGD. Determination of body composition of children from skinfold measurement. *Arch Dis Child.* 1971;46:182-4.
- Durnin JV, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr.* 1967;21:681-9.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide international survey. *BMJ.* 2000;320:1240-3.
- Marrodán MD, Mesa MS, Alba JA, Ambrosio B, Barrio PA, Drak L, et al. Diagnóstico de la obesidad: actualización de criterios y su validez clínica y poblacional. *An Pediatr (Barc).* 2006;65:5-14.
- Marrodán MD, Martínez Álvarez JR, González-Montero de Espinosa M, López-Ejeda N, Cabañas MD, Pacheco JL, et al. Estimación de la adiposidad a partir del índice de cintura talla: ecuaciones de predicción aplicables en población infantil española. *Nutr Clin Diet Hosp.* 2011;31:45-51.
- Mendez Castellano H, Méndez MC. Estratificación social y biología humana. *Arch Venez Puer Ped.* 1986;49:93-104.
- Díaz A, Tringler M, Molina JD, Díaz MC, Geromini V, Aguera D, et al. Control de la presión arterial en niños y adolescentes de una población rural de Argentina. Datos preliminares del Proyecto Vela. *Ach Argent Pediatr.* 2010;108:68-74.
- Suárez Cobas L, Rodríguez Constantín A, Tamayo Velásquez J, Rodríguez Beyris RP. Prevalencia de hipertensión arterial en adolescentes de 15 a 17 años [artículo en línea]. *MEDISAN.* 2009;13.
- Kavey RE, Daniels SR, Flynn JT. Management of high blood pressure in children and adolescents. *Cardiol Clin.* 2010;28:597-607.
- Martínez-Vizcaino V, Salcedo-Aguilar F, Franquelo-Gutiérrez R, Torrijos-Regidor R, Morant-Sánchez A, Solera-Martínez M, et al. Prevalencia de obesidad y tendencia de los factores de riesgo cardiovascular en escolares de 1992 a 2004: estudio de Cuenca. *Med Clin (Barc).* 2006;126:681-5.
- Ramírez J. Presión normal e hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Arch Argent Pediatr.* 2006;104:193-5.
- Voors AW, Foster TA, Frerichs RR, Webber LS, Berenson GS. Studies of blood pressures in children ages 5-14 years in a total biracial community. The Bogalusa Heart Study. *Circulation.* 1976;54:319-27.
- Lauer RM, Clarke WR, Beaglehole R. Level, trend and variability of blood pressure during childhood. The Muscatine Study. *Circulation.* 1984;69:242-9.
- Martin S, López García-Aranda V, Almendro M. Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en la infancia y adolescencia: estudio Carmona. *Clin Invest Arterioscl.* 2005;17:112-21.
- González-Jiménez E, Aguilar-Cordero MJ, García-García CJ, García-López PA, Padilla-López CA, Álvarez-Ferre J. Estudio epidemiológico de enfermería sobre la prevalencia de sobrepeso, obesidad y su asociación con hipertensión arterial en una población de estudiantes en la ciudad de Granada y su provincia. *Nutr Clin Diet Hosp.* 2010;30:42-50.
- Rodríguez Pérez MC, Cabrera de León A, Morales Torres RM, Domínguez Coello S, Alemán Sánchez JJ, Brito Díaz B, et al. Factores asociados al conocimiento y el control de la hipertensión arterial en Canarias. *Rev Esp Cardiol.* 2012;65:234-40.
- Srikanthan P, Horwich TB. La paradoja de la obesidad: es hora de adoptar una perspectiva nueva sobre un paradigma antiguo. *Rev Esp Cardiol.* 2012;65:403-4.
- Pérez Guillén A, Hernández de Valera Y. Relación de la presión arterial con indicadores antropométricos de masa y grasa corporal en niños. *Antropo.* 2004;8:83-92.
- Szer G, Kovalsky I, De Gregorio M. Prevalencia de sobrepeso, obesidad y su relación con hipertensión arterial y centralización del tejido adiposo en escolares. *Arch Argent Pediatr.* 2010;108:492-8.
- Taylor RW, Jones EI, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip-ratio and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy-ray absorptiometry, in children aged 3-19. *Am J Clin Nutr.* 2000;72:490-5.
- Albert Cabrera MJ, Suzarte Portal JC, Rodríguez Ortega W, Reyes Expósito EA, Tirado Bientz JI, Guerra Ibanez G, et al. Cifras de tensión arterial no óptimas asociadas al índice de masa corporal y a la obesidad abdominal en escolares. 6to Congreso Internacional de Cardiología por Internet; 2009.p. TL137.
- Córdova A, Villa G, Sureda A, Rodríguez-Marroyo JA, Sánchez-Collado MP. Actividad física y factores de riesgo cardiovascular en niños españoles de 11-13 años. *Rev Esp Cardiol.* 2012;65:620-6.
- Burrows R, Burguenio M, Leiva L, Ceballos X, Guillier I, Gattas V, et al. Perfil metabólico de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes obesos con menor sensibilidad insulínica. *Rev Med Chile.* 2005;133:795-804.