

## Precisión del Aparato Omron HEM-705 CP en la Medida de Presión Arterial en Grandes Estudios Epidemiológicos

Lina M. Vera-Cala<sup>1,2</sup>, Myriam Orostegui<sup>1</sup>, Laura I. Valencia-Angel<sup>1</sup>, Nahyr López<sup>1</sup>, Leonelo E. Bautista<sup>2</sup>

Departamento de Salud Pública, Universidad Industrial de Santander<sup>1</sup>, Bucaramanga - Colombia, Department of Population Health Sciences, University of Wisconsin, School of Medicine and Public Health<sup>2</sup>, Madison - USA

### Resumen

**Fundamento:** La medida precisa de la presión arterial (PA) es de gran importancia en la investigación de la hipertensión. En el contexto de estudios clínicos y epidemiológicos, dispositivos oscilométricos frecuentemente ofrecen importantes ventajas para superar algunas de las limitaciones del método auscultatorio. Aunque su precisión haya sido evaluada en estudios múltiples en el ambiente clínico, hay poca evidencia de su desempeño en grandes estudios epidemiológicos.

**Objetivo:** Evaluamos la precisión del Omron HEM-705-CP, un dispositivo automático para medida de PA, cuando fue comparado con el método estándar auscultatorio con esfigmomanómetro de mercurio, en un gran estudio de cohorte.

**Métodos:** Tres medidas auscultatorias fueron obtenidas, seguidas por dos mediciones con el dispositivo Omron en 1.084 individuos. El sesgo fue estimado como la media de dos medidas por el dispositivo Omron menos la media de las dos últimas medidas auscultatorias, con sus correspondientes límites de concordancia (LC) de 95%.

**Resultados:** El dispositivo Omron superestimó la presión arterial sistólica (PAS) por 1,8 mmHg (LC:-10,1, 13,7) y subestimó la presión arterial diastólica (PAD) por 1,6 mmHg (LC:-12,3, 9,2). El sesgo fue significativamente mayor en hombres. El sesgo en la PAS aumentó con la edad y disminuyó con el nivel de la PA, mientras que el sesgo en la PAD disminuyó con la edad y aumentó con el nivel de la PA. La sensibilidad y la especificidad del dispositivo Omron para detectar hipertensión fueron 88,2% y 98,6%, respectivamente. El uso de las medidas del dispositivo Omron resultó en sesgo mínimo en los estimados de los efectos de varios factores.

**Conclusión:** Nuestros resultados demostraron que el dispositivo Omron HEM-705-CP puede ser utilizado para medir la PA en grandes estudios epidemiológicos sin comprometer la validez del estudio o su precisión. (Arq Bras Cardiol 2011;96(5):393-398)

**Palabras clave:** Presión arterial, equipamientos de medición, ensayos clínicos, estudios epidemiológicos.

### Introducción

La medida precisa de la presión arterial es de grande importancia en la investigación de la hipertensión. Aunque el método auscultatorio con esfigmomanómetro haya sido el *gold standard* para la medida de presión hace más de un siglo, la técnica tiene importantes limitaciones en el contexto de estudios epidemiológicos y clínicos<sup>1-3</sup>. Primero, el entrenamiento y la certificación de examinadores para medir la presión arterial son tareas complejas y que demandan tiempo. Segundo, la precisión del método puede ser comprometida por sesgo del examinador, particularmente la preferencia por dígitos terminales. Tercero, existe un potencial para contaminación ambiental debido a derrames de mercurio. Aparatos automáticos de medida de presión han sido desarrollados como forma de superar algunas de

las limitaciones del método auscultatorio. Particularmente, aparatos oscilométricos ofrecen importantes ventajas en grandes estudios porque son baratos, requieren poco entrenamiento para su uso, no usan mercurio y limitan el potencial para sesgo del examinador. Con todo, el desempeño de los aparatos oscilométricos ha sido variable, y es sabido que cada aparato debe ser evaluado en el contexto y población en los cuales será utilizado<sup>1-5</sup>. La precisión de los aparatos oscilométricos fue evaluada en múltiples estudios en el ambiente clínico, pero hay pocas evidencias de su desempeño en grandes estudios epidemiológicos.

El objetivo de este estudio fue evaluar la precisión del aparato oscilométrico Omron HEM-705 VP comparado al método auscultatorio con esfigmomanómetro en el contexto de un gran estudio epidemiológico.

### Métodos

Este estudio fue anidado en el estudio *Incidence of Cardiovascular Diseases and their Risk Factors* (INEFAC), un estudio de cohorte en una muestra aleatoria de individuos de 15 a 64 años de edad de Bucaramanga, Colombia (n = 1.634).

Correspondencia: Lina Vera-Cala •

610 N Walnut Street, WARF Building Room 626, Madison, Wisconsin, 53705 - USA

E-mail: veracala@wisc.edu

Artículo recibido en 17/02/10; revisado recibido en 07/10/10; aceptado en 30/11/10.

Utilizamos datos de 1.084 individuos con una circunferencia de brazo entre 25 y 32 cm que completaron una primera evaluación de control ( $\approx$  6 años) y tuvieron tanto medidas auscultatorias como oscilométricas de la presión arterial.

Las medidas de presión arterial fueron hechas entre 6 y 9 horas de la mañana y los participantes se abstuvieron de fumar y de ejercitarse en las 12 horas anteriores al examen. De acuerdo con las directrices de la *American Heart Association*<sup>6</sup>, todas las medidas fueron obtenidas después de 5 minutos de descanso, con el participante confortablemente sentado, con los pies rectos apoyados en el piso y la espalda y brazo apoyados, y con la fosa antecubital al nivel del corazón. La máxima insuflación del manguito fue calculada adicionando 30 mmHg a la presión de obliteración del pulso, y el manguito fue vaciado a una tasa constante de 2 a 4 mm por segundo. Todos los examinadores recibieron 40 horas de entrenamiento al comienzo del estudio y fueron certificados cada 3-4 meses. Fueron supervisados de cerca por un médico entrenado para asegurar la adherencia al protocolo de estudio. Los datos de presión arterial fueron analizados periódicamente para control de calidad y para detectar y corregir potenciales desvíos de protocolo. Dos examinadores independientes hicieron medidas auscultatorias de presión arterial en cada participante, seguido por dos medidas adicionales con el Omron HEM-705 CP hechas por un tercer examinador. La media de las dos últimas medidas auscultatorias y las dos medidas oscilométricas fue usada en el análisis.

La precisión del aparato oscilométrico fue evaluada usando los criterios de protocolo definidos por la *British Hypertension Society* (BHS)<sup>2,4</sup> y la *American Association for the Advancement of Medical Instrumentation* (AAMI)<sup>2,7</sup> para validación de aparatos medidores de presión arterial. El sesgo fue estimado como la media de las dos medidas de aparato Omron HEM-705 CP menos la media de las dos últimas medidas auscultatorias, con sus correspondientes límites de concordancia (LC), como es definido por Bland y Altman<sup>8</sup>. También calculamos el tamaño del sesgo en grupos de participantes definidos por las características conocidas por estar asociadas a la presión arterial (sexo, edad, índice de masa corporal) y utilizamos curvas ROC para estimar la validez del Omron HEM-705 CP en la identificación de los participantes con hipertensión (presión arterial sistólica  $\geq$  140 mmHg o presión arterial diastólica  $\geq$  90 mmHg). Finalmente, utilizamos regresión lineal y logística para estimar y comparar la magnitud de los efectos de la edad, sexo e índice de masa corporal en la presión arterial e hipertensión, al usar medidas oscilométricas y auscultatorias.

## Resultados

En general poco más de un tercio de los participantes eran hombres ( $n = 372$ ; Tabla 1) y la edad media era de 42,5 años (intervalo de confianza de 95% - IC95%: 41,7 43,3). Las presiones arteriales medias sistólica y diastólica medidas con el método auscultatorio fueron 117,4 (IC95%:116,2, 118,5) y 75,2 (IC95%: 74,6, 75,8) mmHg respectivamente. Un total de 199 individuos (18,4%; IC95%: 16,0, 20,7) eran hipertensos (sistólica  $\geq$  140 y/o diastólica  $\geq$  90 mmHg o tomando medicamentos antihipertensivos); 114 (10,5%)

estaban recibiendo medicamentos antihipertensivos; y 149 (13,7%) presentaron valores de presión arterial dentro del intervalo hipertensivo. Las medias del índice de masa corporal, de la circunferencia de la cintura y de la circunferencia de la cadera fueron 24,8 kg/m<sup>2</sup>, 77,0 cm y 95,5 cm, respectivamente.

La diferencia entre los valores de presión arterial oscilométrica y auscultatoria fue  $\leq$  15 mmHg en 97,5% de las veces para sistólica y 99,5% de las veces para la presión arterial diastólica;  $\leq$  10 mmHg en 90,6% de las veces para sistólica y en 93,5% de las veces para presión arterial diastólica; y  $\leq$  5 mmHg en 64,0% de las veces para sistólica y 63,7% de las veces para presión arterial diastólica. La media para las medidas oscilométricas de presión arterial sistólica (119,2 mmHg) fue 1,8 mmHg más alta que la media de las medidas auscultatorias (117,4 mmHg;  $p < 0,001$ ; Tabla 2). Al contrario, la media de las medidas oscilométricas de la presión arterial diastólica (73,7 mmHg) fue 1,6 mmHg más baja que la media de las medidas auscultatorias (75,2 mmHg;  $p < 0,001$ ). La diferencia entre las medidas de presión arterial sistólica por los dos métodos para cada individuo fue planteada versus su media en la Figura 1A<sup>9</sup>. Esta figura muestra que tanto la variabilidad como el tamaño del sesgo no tenían relación con la media de la presión arterial sistólica. Además de eso, de acuerdo con los límites de concordancia estimados, 95% de las veces las diferencias entre las medidas futuras con los dos métodos en un nuevo individuo quedará entre -10,1 y 13,7 mmHg. De forma similar, la Figura 1B no muestra un estándar en el tamaño y variabilidad del sesgo en los valores de la presión arterial diastólica como relacionado a las medias de los dos métodos. Además de eso, 95% de las diferencias entre los futuros pares de medidas de presión arterial diastólica utilizando los dos métodos deben quedar en el intervalo de -12,3 a 9,6 mmHg.

El sesgo en las medidas oscilométricas fue aproximadamente 1 mmHg mayor en los hombres que en las mujeres, tanto para la presión arterial diastólica como para sistólica (Tabla 3). El sesgo en la presión arterial sistólica también pareció aumentar con la edad, pero no hubo un estándar claro relacionado a la edad para el sesgo en la presión arterial diastólica. De la misma forma, el sesgo aumentó significativamente con el índice de masa corporal para la sistólica, pero no para la presión arterial diastólica. Finalmente, el sesgo en la presión

**Tabla 1 - Media del índice de masa corporal y presión arterial y porcentaje de hombres por grupo etáreo**

Edad	N	% Hombres	IMC*	Presión arterial (mmHg)	
				Sistólica	Diastólica
20-29	226	36,3	23,5	108,1	70,3
30-39	254	29,9	24,5	109,4	73,4
40-49	261	34,1	25,0	113,3	76,3
50-59	195	40,0	25,6	127,6	79,9
60-75	148	32,0	25,8	139,1	77,8
Todos	1084	34,3	24,8	117,4	75,2

\* Índice de masa corporal (kg/m<sup>2</sup>).

**Tabla 2 - Media de la presión arterial sistólica y diastólica y correspondientes desviaciones-estándar (DP) por método de medición**

Presión arterial (mmHg)	Método		Sesgo	IC95%**
	Auscultatorio	Oscilométrico*		
Sistólica	117,4 (19,0)	119,2 (19,5)	1,8	(1,5; 2,2)
Diastólica	75,2 (9,9)	73,7 (9,9)	-1,6	(-1,9; -1,2)

\*Omron HEM-705 CP; \*\*Intervalo de confianza de 95%.

arterial sistólica disminuyó, mientras que el sesgo en la presión arterial diastólica aumentó con los quintiles de los valores de presión arterial correspondientes.

Cuando fue comparado con el método auscultatorio, el aparato Omron HEM-705 CP presentó una sensibilidad de 81,9% (IC95%: 74,7, 87,8) y una especificidad de 97,6% (IC95%: 96,4, 98,4) para detectar individuos con valores de presión arterial dentro del intervalo hipertensivo (presión arterial sistólica  $\geq 140$  mmHg y/o presión arterial diastólica

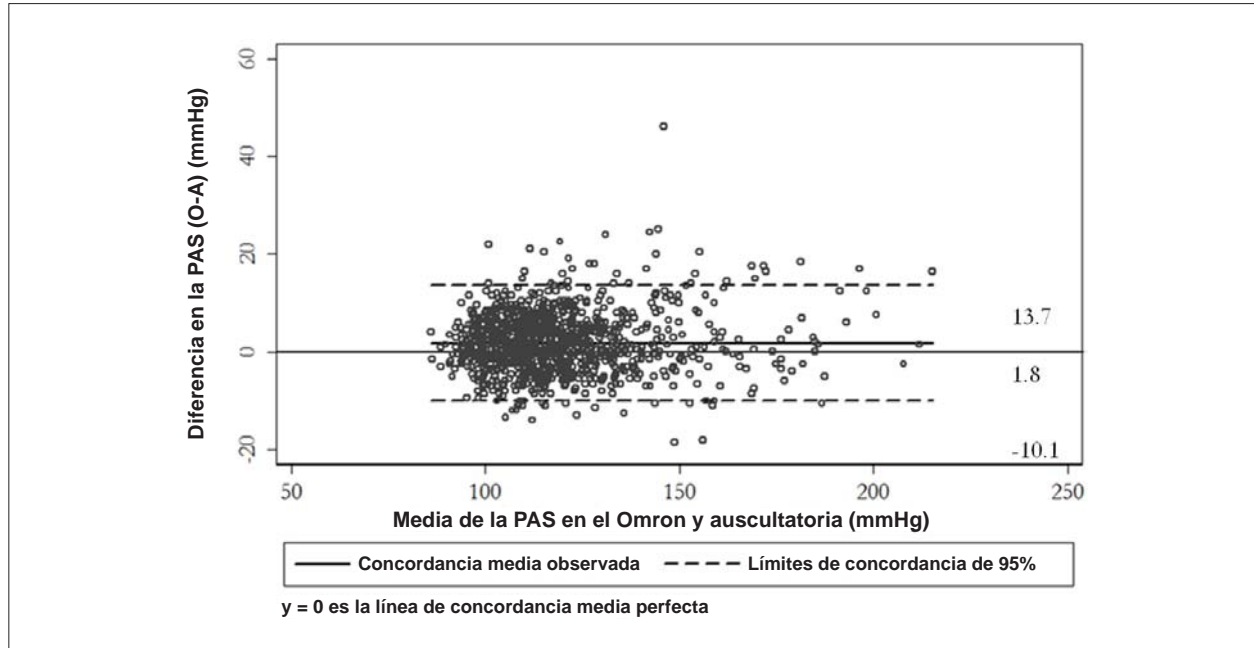


Fig. 1A - Presión arterial sistólica (PAS): diferencia entre los valores Omron y auscultatorio (EL-LA) versus media de valores.

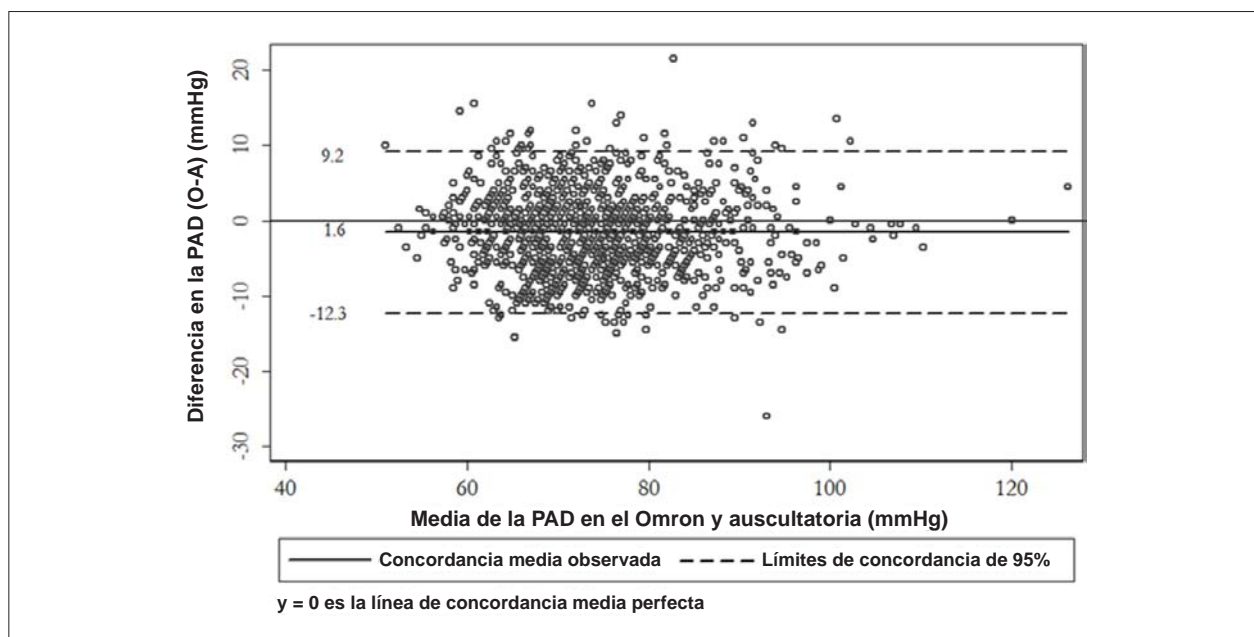


Fig. 1B - Presión arterial diastólica (PAD): diferencia entre los valores Omron y auscultatorio (EL-LA) versus media de valores.

**Tabla 3 - Diferencias entre los valores de presión arterial (PA) entre los métodos oscilométrico (Omron HEM-705 CP) y auscultatorio y límites de concordancia de 95% por factores asociados al nivel de PA**

Factor	PA sistólica			PA diastólica		
	Diferencia (mmHg)	Valor de p*	Límites de concordancia de 95%	Diferencia (mmHg)	Valor de p*	Límites de concordancia de 95%
Sexo:						
Femenino	1,4 (6,2) <sup>†</sup>		-10,8; 13,5	-1,2 (5,4)		-11,7; 9,3
Masculino	2,7 (5,8)	0,001	-8,6; 14,0	-2,2 (5,7)	0,005	-13,3; 8,9
Edad (quintiles, años)						
20-29	1,0 (5,8)		-10,3; 12,4	-2,1 (6,0)		-13,8; 9,6
30-38	1,5 (5,3)		-9,0; 12,0	-1,8 (5,4)		-12,3; 8,8
39-45	2,2 (5,5)		-8,6; 12,9	-2,4 (5,3)		-12,9; 8,0
46-56	2,2 (6,9)		-11,3; 15,8	-1,5 (5,1)		-11,6; 8,5
57-75	2,3 (6,8)	0,013	-11,0; 15,5	0,1 (5,2)	<0,001	-10,2; 10,4
IMC (quintiles, kg/m <sup>2</sup> )						
16.2-22.1	1,5 (5,5)		-9,4; 12,3	-1,9 (5,5)		-12,6; 8,8
22.1-23.8	1,4 (5,8)		-10,1; 12,8	-1,6 (5,7)		-12,8; 9,6
23.8-25.5	1,8 (5,6)		-9,2; 12,9	-1,6 (5,7)		-12,9; 9,6
25.5-27.3	1,9 (6,1)		-10,0; 13,9	-1,3 (5,3)		-11,6; 9,0
27.3-35.3	2,5 (7,2)	0,046	-11,5; 16,5	-1,4 (5,2)	0,283	-11,6; 8,6
PA <sup>‡</sup> (quintiles, mmHg)						
1	3,0 (5,0)		-6,8; 12,7	1,6 (4,8)		-7,9; 11,0
2	1,9 (5,2)		-8,4; 12,2	-1,1 (5,5)		-11,9; 9,7
3	1,4 (6,1)		-10,4; 13,3	-2,6 (5,0)		-12,5; 7,2
4	1,2 (6,4)		-11,5; 13,8	-3,3 (5,0)		-13,1; 6,5
5	1,4 (7,4)	0,003	-13,1; 16,0	-2,8 (5,6)	<0,001	-13,9; 8,2

IMC - índice de masa corporal; PA - presión arterial. \*Test para tendencia a partir de modelo de regresión lineal; † Desviación-estándar; ‡Valores de quintiles para la PA sistólica son: 84-103; 104-110; 111-117; 118-129 mmHg; y 130-211; valores de quintiles para PA diastólica son: 46-67; 68-72; 73-77; 77,5-83; y 83,5-124 mmHg.

≥ 90 mmHg). La sensibilidad y especificidad para detectar individuos con hipertensión (valores de presión arterial dentro del intervalo hipertensivo y/o recibiendo tratamiento farmacológico) fueron 88,2% (IC95%: 82,8, 92,4) y 98,6% (IC95%: 97,6, 99,30), respectivamente. Además de eso, la proporción de individuos correctamente clasificados de acuerdo con su estado hipertensivo, con base solamente en los valores de presión arterial, fue de 95,2%, y el área bajo la curva ROC fue de 0,89 (IC95%: 0,86 la 0,92).

Al utilizar medidas obtenidas con el aparato Omron HEM 705 CP, cuando fueron comparados con el método auscultatorio, los resultados presentaron leve sesgo, pero fueron similarmente precisos en la estimativa de los efectos de la edad, sexo y índice de masa corporal en la presión arterial (Tabla 4). Cuando las presiones arteriales diastólica y sistólica fueron usadas como variables continuas en un modelo de regresión lineal, el sesgo en el efecto en las variables citadas encima fue siempre menor que 2 mmHg. De la misma forma, un modelo de regresión logística con hipertensión como desenlace, mostró que el sesgo en las estimativas de los *odds ratios* para estas variables era ≤ 6%. Además de eso, los

intervalos de confianza para las estimativas de los efectos de estas variables presentaron amplitud similar para las medidas auscultatorias y oscilométricas.

## Discusión

Nuestros resultados muestran que el aparato Omron HEM 705 CP superestimó la presión arterial sistólica en 1,8 mmHg y subestimó la presión diastólica en 1,6 mmHg cuando fueron comparadas con el método auscultatorio usando un esfigmomanómetro de mercurio. Aunque sean estadísticamente significativas, esas diferencias son muy pequeñas y deben tener pequeño impacto en el ambiente clínico o en los estudios epidemiológicos. Nuestros resultados son consistentes con los otros estudios<sup>10,11</sup>, pero no todos los estudios de otros aparatos Omron<sup>12-15</sup>. También observamos que el HEM-705 CP se califica como dispositivo grado A para medidas de presión arterial, de acuerdo con el criterio de protocolo BHS<sup>1,2</sup>. Este hallazgo es consistente con aquellos de estudios previos de este aparato, conducidos en ambiente clínico con grupos seleccionados de pacientes<sup>16-18</sup>.

**Tabla 4 - Asociación entre edad, sexo y IMC con presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y hipertensión usando los métodos auscultatorio y oscilométrico**

	"Tamaños del efecto" e intervalos de confianza de 95%*	
	Auscultatorio	Omron HEM-705 CP
Presión arterial sistólica		
Edad <sup>†</sup>	7,26 (6,56; 7,96)	7,49 (6,78; 8,19)
Sexo masculino	8,19 (6,24; 10,14)	9,65 (7,68; 11,62)
Índice de massa corporal <sup>‡</sup>	1,42 (0,82; 2,02)	1,65 (1,04; 2,26)
Presión arterial diastólica		
Edad <sup>†</sup>	1,68 (1,28; 2,07)	2,20 (1,81; 2,59)
Sexo masculino	6,83 (5,71; 7,94)	5,84 (4,75; 6,93)
Índice de massa corporal <sup>‡</sup>	1,55 (1,20; 1,89)	1,53 (1,19; 1,86)
Hipertensión		
Edad <sup>†</sup>	2,90 (2,45; 3,42)	3,08 (2,58; 3,68)
Sexo masculino	2,41 (1,65; 3,52)	2,26 (1,53; 3,34)
Índice de massa corporal <sup>‡</sup>	1,29 (1,15; 1,46)	1,31 (1,16; 1,48)

\* Para presión sistólica y diastólica, el "tamaño del efecto" corresponde a la alteración en la PA (mmHg) por alteración de unidad en la variable, mientras que ajustada para las otras variables. Para hipertensión, el "tamaño del efecto" es el odds ratio multivariado ajustado por alteración de unidad en la variable. † Alteración para 10 años de edad; ‡ Alteración para 2 kg/m<sup>2</sup> de IMC.

Estudios previos del aparato Omron HEM-705 CP no reportaron como estaba relacionado el sesgo en las medidas de presión arterial a las características de los pacientes. En este estudio observamos que el sesgo en las medidas de presión arterial sistólica fue mayor en los hombres que en las mujeres, aumentó con la edad y con el índice de masa corporal, pero disminuyó con niveles mayores de presión arterial sistólica. En contraste, el sesgo en las medidas de presión arterial diastólica fue mayor en los hombres, pero no estaba asociado a la edad o índice de masa corporal, y disminuyó con niveles mayores de presión arterial diastólica. A pesar del estándar sistemático en los errores del Omron HEM-705 CP, la magnitud del sesgo fue pequeña, menor que 3 mmHg para casi todos los grupos

de pacientes. Aunque otros aparatos hayan mostrado un incremento en el tamaño del sesgo en individuos obesos, tanto para la presión arterial sistólica como diastólica<sup>10</sup>, nuestros resultados solamente soportan este incremento para la presión arterial sistólica.

De acuerdo con nuestros resultados, al utilizar el Omron HEM-705 CP, se puede identificar correctamente 88% de todos los individuos con hipertensión y 99% de aquellos sin hipertensión. En la mayor parte de las poblaciones occidentales, la prevalencia de la hipertensión varía de 20% a 30%. La utilización del Omron HEM-705 CP en este contexto resultará en una ligera subestimación de la prevalencia de hipertensión (18,4% si la prevalencia real fuese 20% y 27,1% si la prevalencia real fuese 30%). Más importante, la utilización del Omron HEM-705 CP resultará en un sesgo pequeño en las estimativas de los efectos de los factores de riesgo relacionados a la presión arterial y hipertensión. Particularmente, el grado de sesgo en las estimativas de los *odd ratios* para factores de riesgo conocidos probablemente sería menor que la variación tradicional de 10% en las estimativas usadas para identificar importantes confundidores<sup>19</sup>.

En conclusión, nuestros resultados muestran que el aparato Omron HEM-705 CP puede ser usado para medir la presión arterial y detectar la hipertensión en grandes estudios epidemiológicos sin comprometer la validez o precisión del estudio.

## Agradecimientos

A COLCIENCIAS y Universidad Industrial de Santander por el apoyo financiero para conducir el estudio INEFAC.

## Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

## Fuentes de Financiación

COLCIENCIAS y UIS financió el presente estudio.

## Vinculación Académica

No hay vinculación de este estudio a programas de post grado.

## Referencias

- Gillman MW, Cook NR. Blood pressure measurement in childhood epidemiological studies. *Circulation*. 1995;92(4):1049-57.
- O'Brien E, Atkins N. A comparison of the British Hypertension Society and Association for the Advancement of Medical Instrumentation protocols for validating blood pressure measuring devices: can the two be reconciled? *J Hypertens*. 1994;12(9):1089-94.
- Beevers DG, Beevers M. Blood pressure measurement: worsening chaos. *J Hum Hypertens*. 2000;14(7):415-6.
- O'Brien E, Waeber B, Parati G, Staessen J, Myers MG. Blood pressure measuring devices: recommendations of the European Society of Hypertension. *BMJ*. 2001;322(7285):531-6.
- Ni H, Wu C, Prineas R, Shea S, Liu K, Kronmal R, et al. Comparison of Dinamap PRO-100 and mercury sphygmomanometer blood pressure measurements in a population-based study. *Am J Hypertens*. 2006;19(4):353-60.
- Pickering TG, Hall JE, Appel LJ, Falkner BE, Graves J, Hill MN, et al. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the subcommittee of professional and public education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Circulation*. 2005;111(5):697-716.
- White WB, Berson AS, Robbins C, Jamieson MJ, Prisant LM, Roccella E, et al. National standard for measurement of resting and ambulatory blood pressures with automated sphygmomanometers. *Hypertension*. 1993;21(4):504-9.



8. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10.
9. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res*. 1999;8(2):135-60.
10. Altunkan S, Ilman N, Kayaturk N, Altunkan E. Validation of the Omron M6 (HEM-7001-E) upper-arm blood pressure measuring device according to the International Protocol in adults and obese adults. *Blood Press Monit*. 2007;12(4):219-25.
11. Grim CE, Grim CM. Omron HEM-711 DLX home Blood pressure monitor passes the European Society of Hypertension International Validation Protocol. *Blood Press Monit*. 2008;13(4):225-6.
12. Rotch AL, Dean JO, Kendrach MG, Wright SG, Woolley TW. Blood pressure monitoring with home monitors versus mercury sphygmomanometer. *Ann Pharmacother*. 2001;35(7-8):817-22.
13. Omboni S, Riva I, Cigliio A, Caldara G, Groppelli A, Parati G. Validation of the Omron M5-I, R5-I and HEM-907 automated blood pressure monitors in elderly individuals according to the International Protocol of the European Society of Hypertension. *Blood Press Monit*. 2007;12(4):233-42.
14. Coleman A, Steel S, Freeman P, de Greeff A, Shennan A. Validation of the Omron M7 (HEM-780-E) oscillometric blood pressure monitoring device according to the British Hypertension Society protocol. *Blood Press Monit*. 2008;13(1):49-54.
15. Lewis JE, Boyle E, Magharious L, Myers MG. Evaluation of a community-based automated blood pressure measuring device. *CMAJ*. 2002;166(9):1145-8.
16. Iglesias Bonilla P, Mayoral Sánchez E, Lapetra Peralta J, Iborra Oquendo M, Villalba Alcalá F, Cayuela Dominguez A. Validation of two systems of self-measurement of blood pressure, the OMRON HEM-705 CP and OMRON M1 (HEM 422C2-E) models. *Aten Primaria*. 2002;30(1):22-8.
17. O'Brien E, Mee F, Atkins N, Thomas M. Evaluation of three devices for self-measurement of blood pressure according to the revised British Hypertension Society Protocol: the Omron HEM-705CP, Philips HP5332, and Nissei DS-175. *Blood Press Monit*. 1996;1(1):55-61.
18. Furusawa EA, Ruiz MF, Saito MI, Koch VH. Evaluation of the Omron 705-CP blood pressure measuring device for use in adolescents and young adults. *Arq Bras Cardiol*. 2005;84(5):367-70.
19. Greenland S. Modeling and variable selection in epidemiologic analysis. *Am J Public Health*. 1989;79(3):340-9.