

Precisão do Aparelho Omron HEM-705 CP na Medida de Pressão Arterial em Grandes Estudos Epidemiológicos

Accuracy of the Omron HEM-705 CP for Blood Pressure Measurement in Large Epidemiologic Studies

Lina M. Vera-Cala^{1,2}, Myriam Orostegui¹, Laura I. Valencia-Angel¹, Nahyr López¹, Leonelo E. Bautista²

Departamento de Salud Pública, Universidad Industrial de Santander¹, Bucaramanga - Colombia, Department of Population Health Sciences, University of Wisconsin, School of Medicine and Public Health², Madison - USA

Resumo

Fundamento: A medida precisa da pressão arterial (PA) é de grande importância na pesquisa da hipertensão. No contexto de estudos clínicos e epidemiológicos, dispositivos oscilométricos frequentemente oferecem importantes vantagens para superar algumas das limitações do método auscultatório. Embora sua acurácia tenha sido avaliada em estudos múltiplos no ambiente clínico, há pouca evidência de seu desempenho em grandes estudos epidemiológicos.

Objetivo: Avaliamos a precisão do Omron HEM-705-CP, um dispositivo automático para medida de PA, quando comparado com o método padrão auscultatório com esfigmomanômetro de mercúrio em um grande estudo de coorte.

Métodos: Três medidas auscultatórias foram obtidas, seguidas por duas mensurações com o dispositivo Omron em 1.084 indivíduos. O viés foi estimado como a média de duas medidas pelo dispositivo Omron menos a média das duas últimas medidas auscultatórias, com seus correspondentes limites de concordância (LC) de 95%.

Resultados: O dispositivo Omron superestimou a pressão arterial sistólica (PAS) por 1,8 mmHg (LC:-10,1, 13,7) e subestimou a pressão arterial diastólica (PAD) por 1,6 mmHg (LC:-12,3, 9,2). O viés foi significativamente maior em homens. O viés na PAS aumentou com a idade e diminuiu com o nível da PA, enquanto o viés na PAD diminuiu com a idade e aumentou com o nível da PA. A sensibilidade e a especificidade do dispositivo Omron para detectar hipertensão foram 88,2% e 98,6%, respectivamente. O uso das medidas do dispositivo Omron resultou em viés mínimo na estimativa dos efeitos de vários fatores.

Conclusão: Nossos resultados demonstraram que o dispositivo Omron HEM-705-CP pode ser utilizado para medir a PA em grandes estudos epidemiológicos sem comprometer a validade do estudo ou sua precisão. (Arq Bras Cardiol 2011;96(5):393-398)

Palavras-chave: Pressão arterial, equipamentos de medição, ensaios clínicos, estudos epidemiológicos.

Abstract

Background: Accurate measurement of blood pressure is of utmost importance in hypertension research. In the context of epidemiologic and clinical studies, oscillometric devices offer important advantages to overcome some of the limitations of the auscultatory method. Even though their accuracy has been evaluated in multiple studies in the clinical setting, there is little evidence of their performance in large epidemiologic studies.

Objective: We evaluated the accuracy of the Omron HEM-705-CP, an automatic device for blood pressure (BP) measurement, as compared to the standard auscultatory method with a mercury sphygmomanometer in a large cohort study.

Methods: We made three auscultatory measurements, followed by two measurements with the Omron device in 1,084 subjects. Bias was estimated as the average of the two Omron minus the average of the last two auscultatory measurements, with its corresponding 95% limits of agreement (LA).

Results: The Omron overestimated systolic blood pressure (SBP) by 1.8 mmHg (LA:-10.1, 13.7) and underestimated diastolic blood pressure (DBP) by 1.6 mmHg (LA:-12.3, 9.2). Bias was significantly larger in men. Bias in SBP increased with age and decreased with BP level, while bias in DBP decreased with age and increased with BP level. The sensitivity and specificity of the Omron to detect hypertension were 88.2% and 98.6%, respectively. Minimum bias in the estimates of the effects of several factors resulted from the use of Omron measurements.

Conclusion: Our results showed that the Omron HEM-705-CP could be used for measuring BP in large epidemiology studies without compromising study validity or precision. (Arq Bras Cardiol 2011;96(5):393-398)

Keywords: Blood pressure; measurement equipment; clinical trials; epidemiologic studies.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Lina Vera-Cala •
610 N Walnut Street, WARF Building Room 626, Madison, Wisconsin, 53705 - USA
E-mail: veracala@wisc.edu
Artigo recebido em 17/02/10; revisado recebido em 07/10/10; aceito em 30/11/10.

Introdução

A medida precisa da pressão arterial é de grande importância na pesquisa da hipertensão. Embora o método auscultatório com esfigmomanômetro tenha sido o padrão de ouro para a medida de pressão há mais de um século, a técnica tem importantes limitações no contexto de estudos epidemiológicos e clínicos¹⁻³. Primeiramente, o treinamento e a certificação de examinadores para medir a pressão arterial são tarefas complexas e que demandam tempo. Segundo, a acurácia do método pode ser comprometida por viés do examinador, particularmente a preferência por dígitos terminais. Terceiro, existe um potencial para contaminação ambiental devido a derrames de mercúrio. Aparelhos automáticos de medida de pressão tem sido desenvolvidos como forma de superar algumas das limitações do método auscultatório. Particularmente, aparelhos oscilométricos oferecem importantes vantagens em grandes estudos porque são baratos, requerem pouco treinamento para uso, não usam mercúrio e limitam o potencial para viés do examinador. Contudo, o desempenho dos aparelhos oscilométricos tem sido variável, e é sabido que cada aparelho deve ser avaliado no contexto e população nos quais será utilizado¹⁻⁵. A acurácia dos aparelhos oscilométricos foi avaliada em múltiplos estudos no ambiente clínico, mas há poucas evidências de seu desempenho em grandes estudos epidemiológicos.

O objetivo deste estudo foi avaliar a acurácia do aparelho oscilométrico Omron HEM-705 VP comparado ao método auscultatório com esfigmomanômetro no contexto de um grande estudo epidemiológico.

Métodos

Este estudo foi aninhado no estudo *Incidence of Cardiovascular Diseases and their Risk Factors* (INEFAC), um estudo de coorte em uma amostragem aleatória de indivíduos de 15 a 64 anos de idade de Bucaramanga, Colombia (n = 1.634). Utilizamos dados de 1.084 indivíduos com uma circunferência de braço entre 25 e 32 cm que completaram uma primeira avaliação de acompanhamento (\approx 6 anos) e tiveram tanto medidas auscultatórias quanto oscilométricas da pressão arterial.

As medidas de pressão arterial foram feitas entre 6 e 9 horas da manhã e os participantes abstiveram-se de fumar e se exercitar nas 12 horas anteriores ao exame. De acordo com as diretrizes da American Heart Association⁶, todas as medidas foram obtidas após 5 minutos de descanso, com o participante confortavelmente sentado, com os pés retos apoiados no chão e as costas e braço apoiados, e com a fossa antecubital ao nível do coração. A máxima insuflação do manguito foi calculada adicionando-se 30 mmHg à pressão de obliteração do pulso, e o manguito foi esvaziado a uma taxa constante de 2 a 4 mm por segundo. Todos os examinadores receberam 40 horas de treinamento no início do estudo e foram certificados a cada 3 a 4 meses. Eles foram supervisionados de perto por um médico treinado para assegurar a aderência ao protocolo de estudo. Os dados de pressão arterial foram analisados periodicamente para controle de qualidade e para detectar e corrigir potenciais desvios de protocolo. Dois examinadores independentes fizeram medidas auscultatórias de pressão arterial em cada

participante, seguido por duas medidas adicionais com o Omron HEM-705 CP tiradas por um terceiro examinador. A média das duas últimas medidas auscultatórias e as duas medidas oscilométricas foram usadas na análise.

A acurácia do aparelho oscilométrico foi avaliada usando-se os critérios de protocolo definidos pela *British Hypertension Society* (BHS)^{2,4} e a *American Association for the Advancement of Medical Instrumentation* (AAMI)^{2,7} para validação de aparelhos medidores de pressão arterial. O viés foi estimado como a média das duas medidas de aparelho Omron HEM-705 CP menos a média das duas últimas medidas auscultatórias, com seus correspondentes limites de concordância (LC), como definido por Bland e Altman⁸. Também calculamos o tamanho do viés em grupos de participantes definidos pelas características conhecidas por estarem associadas à pressão arterial (sexo, idade, índice de massa corporal) e utilizamos curvas ROC para estimar a validade do Omron HEM-705 CP na identificação dos participantes com hipertensão (pressão arterial sistólica \geq 140 mmHg ou pressão arterial diastólica \geq 90 mmHg). Finalmente, utilizamos regressão linear e logística para estimar e comparar a magnitude dos efeitos da idade, sexo e índice de massa corporal na pressão arterial e hipertensão, ao usar medidas oscilométricas e auscultatórias.

Resultados

Em geral pouco mais de um terço dos participantes eram homens (n = 372; Tabela 1) e a idade média era de 42,5 anos (intervalo de confiança de 95% - IC95%: 41,7 43,3). As pressões arteriais médias sistólica e diastólica medidas com o método auscultatório foram 117,4 (IC95%: 116,2, 118,5) e 75,2 (IC95%: 74,6, 75,8) mmHg respectivamente. Um total de 199 indivíduos (18,4%; IC95%: 16,0, 20,7) eram hipertensos (sistólica \geq 140 e/ou diastólica \geq 90 mmHg ou tomando medicamentos anti-hipertensivos); 114 (10,5%) estavam recebendo medicamento anti-hipertensivos; e 149 (13,7%) apresentaram valores de pressão arterial dentro do intervalo hipertensivo. As médias do índice de massa corporal, da circunferência da cintura e da circunferência do quadril foram 24,8 kg/m², 77,0 cm e 95,5 cm, respectivamente.

A diferença entre os valores de pressão arterial oscilométrica e auscultatória foi \leq 15 mmHg em 97,5% das vezes para sistólica e 99,5% das vezes para a pressão arterial diastólica; \leq

Tabela 1 - Média do índice de massa corporal e pressão arterial e porcentagem de homens por grupo etário

Idade	n	% homens	IMC*	Pressão arterial (mmHg)	
				Sistólica	Diastólica
20 a 29	226	36,3	23,5	108,1	70,3
30 a 39	254	29,9	24,5	109,4	73,4
40 a 49	261	34,1	25,0	113,3	76,3
50 a 59	195	40,0	25,6	127,6	79,9
60 a 75	148	32,0	25,8	139,1	77,8
Todos	1.084	34,3	24,8	117,4	75,2

* Índice de massa corporal (kg/m²).

10 mmHg em 90,6% das vezes para sistólica e em 93,5% das vezes para pressão arterial diastólica; e ≤ 5 mmHg em 64% das vezes para sistólica e 63,7% das vezes para pressão arterial diastólica. A média para as medidas oscilométricas de pressão arterial sistólica (119,2 mmHg) foi 1,8 mmHg mais alta que a média das medidas auscultatórias (117,4 mmHg; $p < 0,001$; Tabela 2). Ao contrário, a média das medidas oscilométricas da pressão arterial diastólica (73,7 mmHg) foi 1,6 mmHg mais baixa que a média das medidas auscultatórias (75,2 mmHg; $p < 0,001$). A diferença entre as medidas de pressão arterial sistólica pelos dois métodos para cada indivíduo foi plotada versus sua média na Figura 1A⁹. Esta figura mostra que tanto a variabilidade quanto o tamanho do viés não tinham relação com a média da pressão arterial sistólica. Além disso, de acordo com os limites de concordância estimados, em 95% das vezes as diferenças entre as medidas futuras com os dois métodos em um novo indivíduo ficarão entre -10,1 e 13,7 mmHg. De forma similar, a Figura 1B não mostra um padrão no tamanho e variabilidade do viés nos valores da pressão arterial diastólica como relacionado às médias dos dois métodos. Além disso, 95% das diferenças entre os futuros pares de medidas de pressão arterial diastólica utilizando os dois métodos devem ficar no intervalo de -12,3 a 9,6 mmHg.

Tabela 2 - Média da pressão arterial sistólica e diastólica e correspondentes desvios-padrão (DP) por método de mensuração

Pressão arterial (mmHg)	Método		Viés	IC95%**
	Auscultatório	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 confiança de 95%.

O viés nas medidas oscilométricas foi aproximadamente 1 mmHg maior nos homens que nas mulheres, tanto para a pressão arterial diastólica quanto para sistólica (Tabela 3). O viés na pressão arterial sistólica também pareceu aumentar com a idade, mas não houve um padrão claro relacionado à idade para o viés na pressão arterial diastólica. Da mesma forma, o viés aumentou significativamente com o índice de massa corporal para a sistólica, mas não para a pressão arterial diastólica. Finalmente, o viés na pressão arterial sistólica diminuiu, enquanto o viés na pressão arterial diastólica aumentou com os quintis dos valores de pressão arterial correspondentes.

Quando comparado com o método auscultatório, o aparelho Omron HEM-705 CP apresentou uma sensibilidade de 81,9% (IC95%: 74,7, 87,8) e uma especificidade de 97,6% (IC95%: 96,4, 98,4) para detectar indivíduos com valores de pressão arterial dentro do intervalo hipertensivo (pressão arterial sistólica ≥ 140 mmHg e/ou pressão arterial diastólica ≥ 90 mmHg). A sensibilidade e especificidade para detectar indivíduos com hipertensão (valores de pressão arterial dentro do intervalo hipertensivo e/ou recebendo tratamento farmacológico) foram 88,2% (IC95%: 82,8, 92,4) e 98,6% (IC95%: 97,6, 99,30), respectivamente. Além disso, a proporção de indivíduos corretamente classificados de acordo com o seu estado hipertensivo, com base somente nos valores de pressão arterial, foi de 95,2%, e a área sob a curva ROC foi de 0,89 (IC95%: 0,86 a 0,92).

Ao utilizar medidas obtidas com o aparelho Omron HEM 705 CP, quando comparado com o método auscultatório, os resultados apresentaram leve viés, mas foram similarmente precisos na estimativa dos efeitos da idade, sexo e índice de massa corporal na pressão arterial (Tabela 4). Quando as pressões arteriais diastólica e sistólica foram usadas como variáveis contínuas em um modelo de regressão linear, o viés

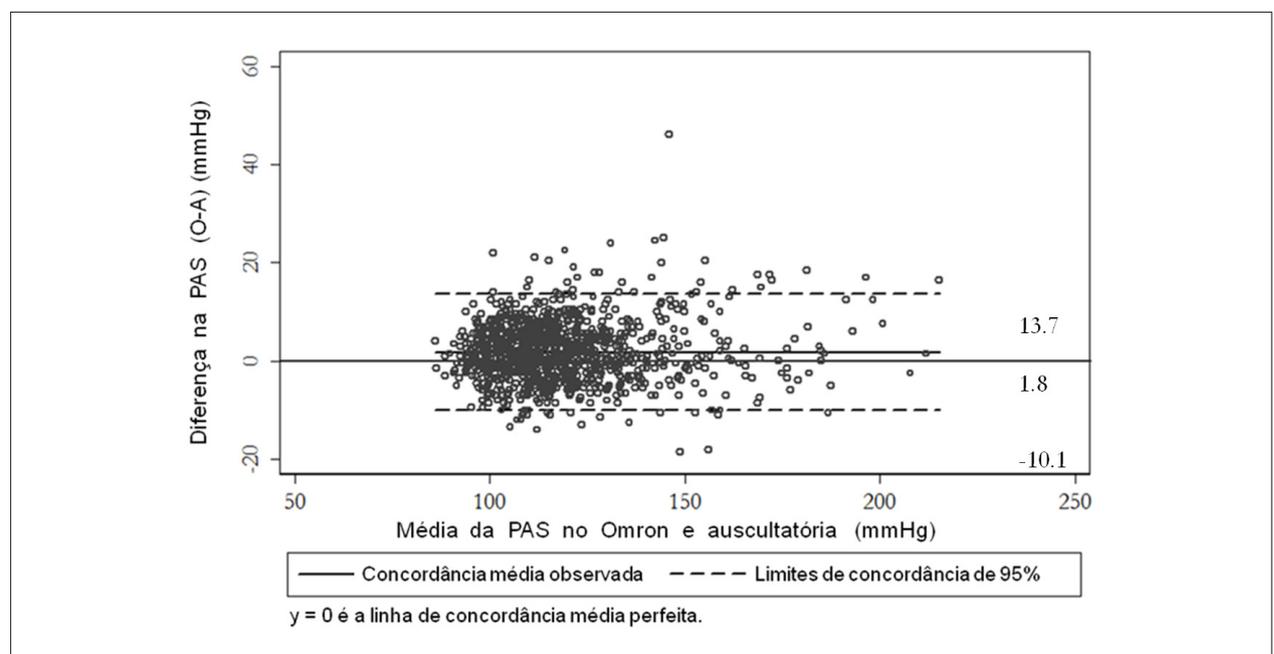


Fig. 1A - Pressão arterial sistólica (PAS): diferença entre os valores Omron e auscultatório (O-A) versus média de valores.

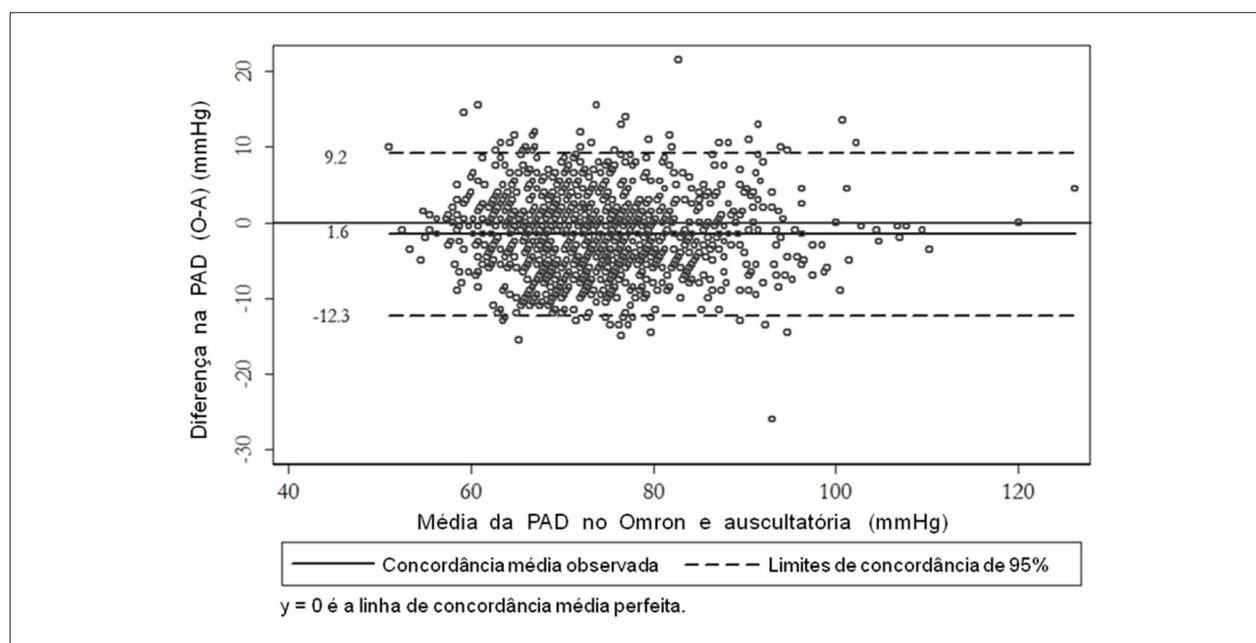


Fig. 1B - Pressão arterial diastólica (PAD): diferença entre os valores Omron e auscultatório (O-A) versus média de valores.

Tabela 3 - Diferenças entre os valores de pressão arterial (PA) entre os métodos oscilométrico (Omron HEM-705 CP) e auscultatório e limites de concordância de 95% por fatores associados ao nível de PA

Fator	PA sistólica			PA diastólica		
	Diferença (mmHg)	Valor de p*	Limites de concordância de 95%	Diferença (mmHg)	Valor de p*	Limites de concordância de 95%
Sexo						
Feminino	1,4 (6,2)†		-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
Idade (quintis, anos)						
20 a 29	1,0 (5,8)		-10,3; 12,4	-2,1 (6,0)		-13,8; 9,6
30 a 38	1,5 (5,3)		-9,0; 12,0	-1,8 (5,4)		-12,3; 8,8
39 a 45	2,2 (5,5)		-8,6; 12,9	-2,4 (5,3)		-12,9; 8,0
46 a 56	2,2 (6,9)		-11,3; 15,8	-1,5 (5,1)		-11,6; 8,5
57 a 75	2,3 (6,8)	0,013	-11,0; 15,5	0,1 (5,2)	<0,001	-10,2; 10,4
IMC (quintis, kg/m ²)						
16.2 a 22.1	1,5 (5,5)		-9,4; 12,3	-1,9 (5,5)		-12,6; 8,8
22.1 a 23.8	1,4 (5,8)		-10,1; 12,8	-1,6 (5,7)		-12,8; 9,6
23.8 a 25.5	1,8 (5,6)		-9,2; 12,9	-1,6 (5,7)		-12,9; 9,6
25.5 a 27.3	1,9 (6,1)		-10,0; 13,9	-1,3 (5,3)		-11,6; 9,0
27.3 a 35.3	2,5 (7,2)	0,046	-11,5; 16,5	-1,4 (5,2)	0,283	-11,6; 8,6
PA [‡] (quintis, 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 massa corporal; PA - pressão arterial. *Teste para tendência a partir de modelo de regressão linear; † Desvio-padrão; ‡ Valores de quintis para a PA sistólica são: 84-103; 104-110; 111-117; 118-129 mmHg; e 130-211; valores de quintis para PA diastólica são: 46-67; 68-72; 73-77; 77,5-83; e 83,5-124 mmHg.

Tabela 4 - Associação entre idade, sexo e IMC com pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica e hipertensão usando os métodos auscultatório e oscilométrico

	"Tamanhos do efeito" e intervalos de confiança de 95%*	
	Auscultatório	Omron HEM-705 CP
Pressão arterial sistólica		
Idade†	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‡	1,42 (0,82; 2,02)	1,65 (1,04; 2,26)
Pressão arterial diastólica		
Idade†	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‡	1,55 (1,20; 1,89)	1,53 (1,19; 1,86)
Hipertensão		
Idade†	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‡	1,29 (1,15; 1,46)	1,31 (1,16; 1,48)

* Para pressão sistólica e diastólica, o "tamanho do efeito" corresponde à alteração na PA (mmHg) por alteração de unidade na variável, enquanto ajustada para as outras variáveis. Para hipertensão, o "tamanho do efeito" é o odds ratio multivariado ajustado por alteração de unidade na variável. † Alteração para 10 anos de idade; ‡ Alteração para 2 kg/m² de IMC.

no efeito nas variáveis citadas acima foi sempre menor que 2 mmHg. Da mesma forma, um modelo de regressão logística com hipertensão como desfecho, mostrou que o viés nas estimativas dos *odds ratios* para estas variáveis era $\leq 6\%$. Além disso, os intervalos de confiança para as estimativas dos efeitos destas variáveis apresentaram amplitude similar para as medidas auscultatórias e oscilométricas.

Discussão

Nossos resultados mostram que o aparelho Omron HEM 705 CP superestimou a pressão arterial sistólica em 1,8 mmHg e subestimou a pressão diastólica em 1,6 mmHg quando comparadas com o método auscultatório usando um esfigmomanômetro de mercúrio. Embora sejam estatisticamente significantes, essas diferenças são muito pequenas e devem ter pequeno impacto no ambiente clínico ou nos estudos epidemiológicos. Nossos resultados são consistentes com os outros estudos^{10,11}, mas não todos os estudos de outros aparelhos Omron¹²⁻¹⁵. Também observamos que o HEM-705 CP se qualifica como dispositivo grau A para medidas de pressão arterial, de acordo com o critério de protocolo BHS^{1,2}. Este achado é consistente com aqueles de estudos prévios deste aparelho, conduzidos em ambiente clínico com grupos selecionados de pacientes¹⁶⁻¹⁸.

Estudos prévios do aparelho Omron HEM-705 CP não reportaram como o viés nas medidas de pressão arterial estava relacionado às características dos pacientes. Neste estudo observamos que o viés nas medidas de pressão arterial sistólica foi maior nos homens que nas mulheres, aumentou com a idade e com o índice de massa corporal, mas diminuiu com níveis maiores de pressão arterial sistólica. Em contraste, o viés nas medidas de pressão arterial diastólica foi maior nos homens, mas não estava associado à idade ou índice de massa corporal, e diminuiu com níveis maiores de pressão arterial diastólica. Apesar do padrão sistemático nos erros do Omron HEM-705 CP, a magnitude do viés foi pequena, menor que 3 mmHg para quase todos os grupos de pacientes. Embora outros aparelhos tenham mostrado um incremento no tamanho do viés em indivíduos obesos, tanto para a pressão arterial sistólica quanto diastólica¹⁰, nossos resultados somente suportam este incremento para a pressão arterial sistólica.

De acordo com nossos resultados, ao utilizar o Omron HEM-705 CP, pode-se identificar corretamente 88% de todos os indivíduos com hipertensão e 99% daqueles sem hipertensão. Na maior parte das populações ocidentais, a prevalência da hipertensão varia de 20% a 30%. A utilização do Omron HEM-705 CP neste contexto resultará em uma ligeira subestimação da prevalência de hipertensão (18,4% se a prevalência real for 20% e 27,1% se a prevalência real for 30%). Mais importante, a utilização do Omron HEM-705 CP resultará em um viés pequeno nas estimativas dos efeitos dos fatores de risco relacionados à pressão arterial e hipertensão. Particularmente, o grau de viés nas estimativas dos *odds ratios* para fatores de risco conhecidos provavelmente seria menor que a variação tradicional de 10% nas estimativas usadas para identificar importantes confundidores¹⁹.

Em conclusão, nossos resultados mostram que o aparelho Omron HEM-705 CP pode ser usado para medir a pressão arterial e detectar a hipertensão em grandes estudos epidemiológicos sem comprometer a validade ou precisão do estudo.

Agradecimentos

À COLCIENCIAS e Universidad Industrial de Santander pelo apoio financeiro para conduzir o estudo INEFAC.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo foi financiado pela COLCIENCIAS e UIS.

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Referências

1. Gillman MW, Cook NR. Blood pressure measurement in childhood epidemiological studies. *Circulation*. 1995;92(4):1049-57.
2. 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.
3. Beevers DG, Beevers M. Blood pressure measurement: worsening chaos. *J Hum Hypertens*. 2000;14(7):415-6.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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, Giglio 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.