

Validade de um Monitor Digital de Pulso para Mensuração de Pressão Arterial em Comparação com um Esfigmomanômetro de Mercúrio

Validity of a Wrist Digital Monitor for Blood Pressure Measurement in Comparison to a Mercury Sphygmomanometer

Ana M. B. Menezes, Samuel C. Dumith, Ricardo B. Noal, Ana Paula Nunes, Fernanda I. Mendonça, Cora L. P. Araújo, Marta A. Duval, Paulo E. Caruso, Pedro C. Hallal

Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, Porto Alegre, RS – Brasil

Resumo

Fundamento: Medidas válidas da pressão arterial, em situações clínicas e na comunidade, são essenciais para a monitoração dessa variável em nível populacional.

Objetivo: Avaliar a validade de um monitor digital de pulso para mensuração da pressão arterial em adolescentes, em comparação com um esfigmomanômetro de mercúrio.

Métodos: Um estudo de validação foi realizado na cidade de Pelotas, região sul do Brasil. A pressão arterial foi medida duas vezes, utilizando-se dois esfigmomanômetros diferentes: um aparelho digital de pulso OMRON e um aparelho de mesa BD de mercúrio. Metade da amostra foi medida primeiro através do manômetro digital e depois pelo de mercúrio, enquanto a outra metade foi avaliada na ordem inversa. A concordância entre as duas medidas foi avaliada através do método de Bland & Altman.

Resultados: 120 adolescentes com idade entre 14 e 15 anos foram incluídos no estudo (50% de cada sexo). A pressão sistólica média entre os meninos foi de 113,7 mmHg (DP 14,2) usando o manômetro de mercúrio e 115,5 mmHg (DP 15,2) usando o aparelho digital. Os valores equivalentes para a pressão diastólica foram 61,5 mmHg (DP 9,9) e 69,6 mmHg (10,2), respectivamente. Entre as meninas, a pressão sistólica média foi de 104,7 mmHg (DP 10,1) usando o manômetro de mercúrio e 102,4 mmHg (DP 11,9) usando o aparelho digital. Os valores equivalentes para a pressão diastólica foram 60,0 mmHg (DP 10,4) e 65,7 mmHg (DP 7,7), respectivamente.

Conclusões: O manômetro digital apresentou alta concordância com o manômetro de mercúrio para medir a pressão arterial sistólica. A concordância foi menor para a pressão arterial diastólica. O uso de equações de correção pode ser uma alternativa para estudos utilizando esse monitor digital de pulso em adolescentes. (Arq Bras Cardiol 2010; 94(3):365-370)

Palavras-chave: Monitores de pressão arterial, determinação da pressão arterial, esfigmomanômetros, estudos de validação, adolescente.

Abstract

Background: Valid measurements of blood pressure, both at clinical and community settings, are essential for monitoring this variable at the population level.

Objective: To evaluate the validity of a wrist digital monitor for measuring blood pressure among adolescents in comparison to a mercury sphygmomanometer.

Methods: A validation study was carried out in the city of Pelotas, Southern Brazil. Blood pressure was measured twice using two different sphygmomanometers; an OMRON wrist digital and a desktop BD mercury one. Half of the sample was measured first with the digital manometer and subsequently with the mercury one, whereas the remaining half was evaluated in the opposite order. Agreement between both measures was evaluated using the Bland and Altman method.

Results: 120 adolescents aged 14 to 15 years were included (50% of each sex). Mean systolic blood pressure among boys was 113.7 mmHg (SD 14.2) when using the mercury manometer and 115.5 mmHg (SD 15.2) when using the digital one. Equivalent values for diastolic blood pressure were 61.5 mmHg (SD 9.9) and 69.6 mmHg (10.2), respectively. Among girls, the mean systolic blood pressure was 104.7 mmHg (SD 10.1) when using the mercury manometer and 102.4 mmHg (SD 11.9) when using the digital device. Values for diastolic blood pressure were 60.0 mmHg (SD 10.4) and 65.7 mmHg (SD 7.7), respectively.

Conclusions: The digital device showed a high level of agreement with the mercury manometer when measuring systolic blood pressure. The level of agreement was lower for diastolic blood pressure. The use of correction equations may be an alternative for studies using this wrist digital monitor in adolescent patients. (Arq Bras Cardiol 2010; 94(3):345-349)

Key Words: Blood pressure monitors; blood pressure determination; sphygmomanometers; validation studies; adolescent.

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

Correspondência: Ana M. B. Menezes •

Rua Marechal Deodoro, 1160, 3º piso - 96020-220 - Pelotas, RS, Brasil

E-mail: anamene@terra.com.br

Artigo recebido em 11/03/09; revisado recebido em 30/03/09; aceito em 24/07/09

Introdução

Uma avaliação precisa da pressão arterial é muito importante para o diagnóstico e tratamento da hipertensão. A importância de fazer o diagnóstico da pressão arterial elevada e sua contínua monitoração é bem conhecida. Por essa razão, vários equipamentos estão disponíveis para a mensuração da pressão arterial (PA), não apenas para serem usados por indivíduos especialistas, mas também pela própria população. Nesse sentido, os monitores digitais de pulso têm sido cada vez mais utilizados, ao invés dos dispositivos de mercúrio e aneróides, que requerem um profissional treinado^{1,2}.

Apesar da grande facilidade de uso dos monitores digitais em comparação com os esfigmomanômetros de mercúrio, é essencial estabelecer sua confiabilidade e validade. Há evidência na literatura de que os monitores de pulso sejam confiáveis e acurados em comparação com outros equipamentos, tais como os dispositivos aneróides e de mercúrio^{3,4}. Parece que esse tipo de equipamento pode substituir os outros em alguns contextos, tais como no lar ou em estudos epidemiológicos na comunidade⁵. Entretanto, a maioria dos estudos até agora incluiu somente adultos, e assim, a validade desses métodos em adolescentes não é clara.

O objetivo do presente estudo foi testar a validade de um monitor digital de pulso contra um esfigmomanômetro de mercúrio – o padrão-ouro – em uma amostra de conveniência de adolescentes residentes em Pelotas, região sul do Brasil.

Métodos

Uma amostra de 120 adolescentes com idade entre 14 e 15 anos de cinco escolas públicas da cidade de Pelotas teve sua pressão arterial medida com dois manômetros diferentes – um manômetro de mesa BD de mercúrio e um manômetro de pulso digital (OMRON HEM 629, Beijing, China) – por dois técnicos treinados. Um estetoscópio Tyco foi usado com o esfigmomanômetro de mercúrio. Os alunos repousaram por 10 minutos antes das mensurações. A altura foi medida duas vezes através de um estadiômetro com precisão de 0,1 cm (Seca, Birmingham). Todos os adolescentes estavam sentados em uma cadeira com apoio para costas e braços, com as pernas não-cruzadas, e o braço e pulso direitos foram usados para a mensuração. Cada adolescente teve sua PA medida duas vezes, com um minuto de diferença entre cada medida; assim, a congestão venosa foi evitada e a variabilidade da PA foi mantida ao mínimo⁶.

Para metade da amostra, o manômetro de mercúrio foi usado primeiro; para a outra metade, a ordem inversa foi usada. Essa seleção foi feita aleatoriamente. Os técnicos utilizaram ambos os manômetros (mercúrio e digital) alternadamente, o que impediu que o primeiro e o segundo observador vissem as medidas um do outro. O monitor digital foi usado de acordo com as instruções do fabricante no manual do usuário, tomando-se especial cuidado com a posição do monitor, que deve ficar à altura do coração⁷; o manômetro de mercúrio foi utilizado de acordo com as técnicas recomendadas pela American Heart Association⁸. A média das medidas de cada técnico foi calculada e esse valor foi considerado para as análises; o mesmo foi realizado em relação à altura.

A análise estatística incluiu uma descrição das variáveis da pressão arterial usando percentis, médias e desvios-padrão. Os coeficientes de correlação de Spearman foram calculados para pressão arterial sistólica e diastólica, através da comparação dos manômetros de mercúrio e digital. A concordância foi medida através do método de Bland & Altman⁹. As diferenças médias e os desvios-padrão foram calculados. Também fizemos análises de sensibilidade, especificidade, valores preditivos e de kappa para o desfecho categórico “pré-hipertensão”, definido de acordo com o Quarto Relatório sobre o Diagnóstico, Avaliação e Tratamento de Pressão Arterial Elevada em Crianças e Adolescentes¹⁰. Todas as análises foram realizadas para meninos e meninas separadamente, exceto para as variáveis categóricas, porque os resultados foram muito similares nos dois sexos.

O Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas aprovou o protocolo do estudo e o consentimento livre e informado foi obtido de todos os participantes.

Resultados

Dos 120 adolescentes incluídos no estudo, 60 eram do sexo masculino. A idade média foi de 14,7 anos (DP 0,46), variando de 14,0 a 15,9 anos. A altura média foi de 1,64 m (DP 0,8) na amostra como um todo, 1,67 m (DP 0,8) entre os meninos e 1,61 m (DP 0,6) entre as meninas. A Tabela 1 apresenta os dados descritivos sobre a PA. A pressão arterial sistólica (PAS) média para os meninos foi de 113,7 mmHg (DP 14,2) com o manômetro de mercúrio e 115,5 mmHg (DP 15,2) com o dispositivo digital. Valores equivalentes para a pressão arterial diastólica (PAD) foram 61,5 mmHg (DP 9,9) e 69,6 mmHg (10,2), respectivamente. Para as meninas, a PAS média foi de 104,7 mmHg (DP 10,1) usando o manômetro de mercúrio e 102,4 mmHg (DP 11,9) com o dispositivo digital. Valores para a PAD foram 60,0 mmHg (DP 10,4) e 65,7 mmHg (DP 7,7), respectivamente. Os valores de mediana (percentil 50) foram muito similares para a pressão sistólica, mas substancialmente diferentes para a pressão diastólica.

A Figura 1 mostra a concordância entre os dois dispositivos para a mensuração da PAS na amostra como um todo. O coeficiente de correlação de Spearman foi 0,74. A diferença média (digital – mercúrio) foi -0,3 mmHg (DP 9,2), e não foi estatisticamente diferente de zero ($P=0,75$). As Figuras 2 e 3 apresentam esses dados para meninos e meninas, separadamente. A diferença média foi positiva para os meninos (1,8 mmHg; $P=0,15$) e negativa para as meninas (-2,3 mmHg; $P=0,03$).

A Figura 4 apresenta a concordância entre os dois manômetros na mensuração da PAD na amostra como um todo. O coeficiente de correlação de Spearman foi de 0,47. A diferença média foi de 6,9 mmHg (DP 9,8) e foi altamente significativa estatisticamente ($P<0,001$). Quando os resultados são estratificados por sexo (Figuras 5 e 6), eles são consistentes com aqueles observados na amostra como um todo; a diferença média foi de 8,0 mmHg (DP 10,4) entre os meninos e 5,8 mmHg (DP 9,2) entre as meninas.

Dos 120 adolescentes avaliados, 21 foram classificados como pré-hipertensos, de acordo com o manômetro de mercúrio.

Tabela 1 - Dados descritivos da pressão arterial em adolescentes

Variáveis relacionadas à PA	Manômetro de mercúrio		Manômetro digital	
	Meninos	Meninas	Meninos	Meninas
PA Sistólica				
5º percentil	93,0	88,5	95,8	82,3
10º percentil	96,5	91,5	98,8	87,3
25º percentil	101,5	99,0	103,3	94,3
50º percentil	114,0	102,0	114,3	101,0
75º percentil	122,0	110,5	124,0	111,3
90º percentil	131,0	119,0	138,8	118,5
95º percentil	139,5	122,0	142,3	122,0
Média	113,7	104,7	115,5	102,4
Desvio-padrão	14,2	10,1	15,2	11,9
PA Diastólica				
5º percentil	47,5	42,5	54,5	52,8
10º percentil	49,5	47,5	58,3	56,8
25º percentil	55,0	53,0	62,3	60,8
50º percentil	60,5	60,5	69,5	65,0
75º percentil	67,0	67,5	75,5	70,8
90º percentil	74,0	73,5	82,3	76,3
95º percentil	81,0	76,5	86,8	79,8
Média	61,5	60,0	69,6	65,7
Desvio-padrão	9,9	10,4	10,2	7,7

PA - pressão arterial

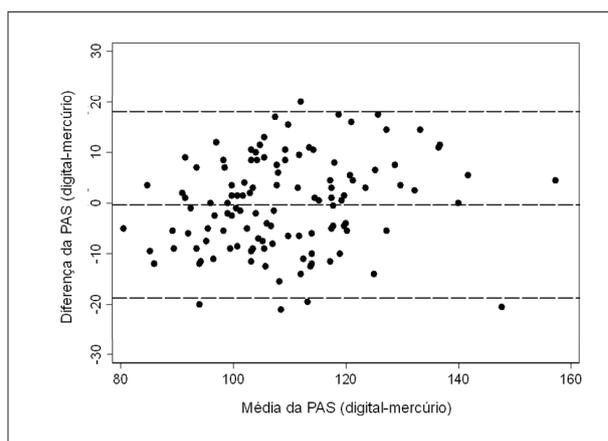


Fig. 1 - Bland & Altman plot medindo a concordância entre as medidas da pressão arterial sistólica digital com esfigmomanômetro de mercúrio.

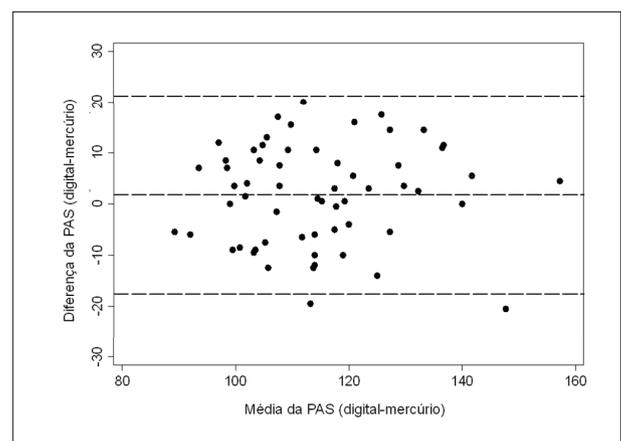


Fig. 2 - Bland & Altman plot medindo a concordância entre as medidas da pressão arterial sistólica digital com esfigmomanômetro de mercúrio em meninos.

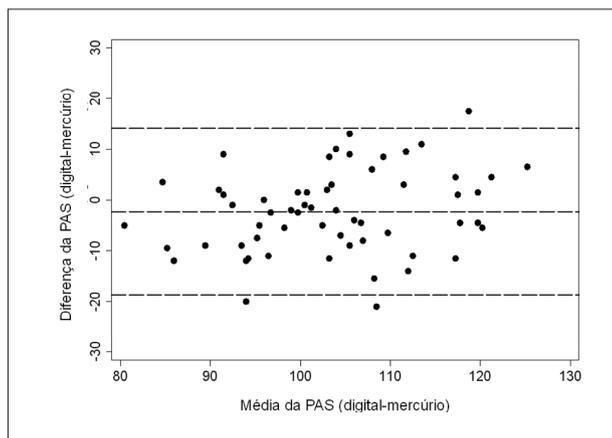


Fig. 3 - Bland & Altman plot medindo a concordância entre as medidas da pressão arterial sistólica digital com esfigmomanômetro de mercúrio em meninas.

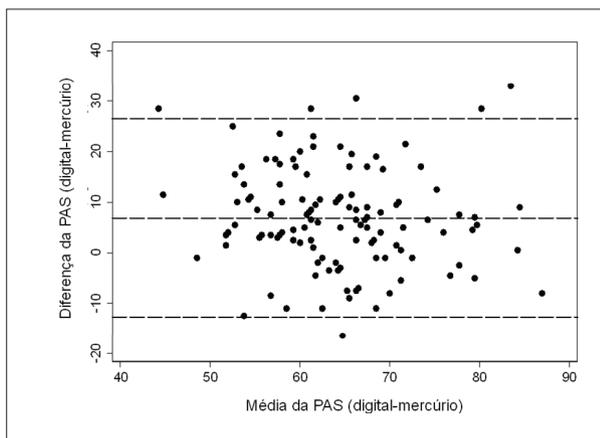


Fig. 4 - Bland & Altman plot medindo a concordância entre as medidas da pressão arterial diastólica digital com esfigmomanômetro de mercúrio.

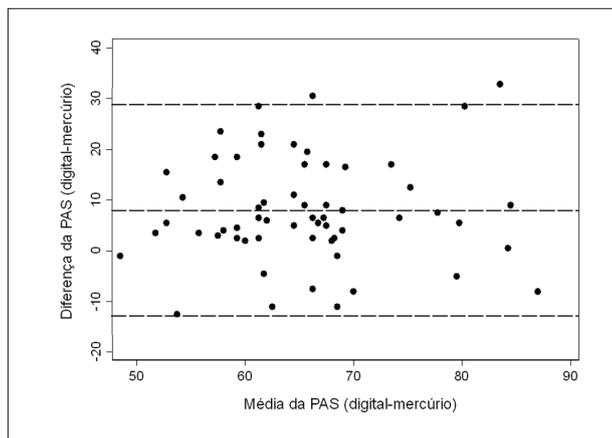


Fig. 5 - Bland & Altman plot medindo a concordância entre as medidas da pressão arterial diastólica digital com esfigmomanômetro de mercúrio em meninos.

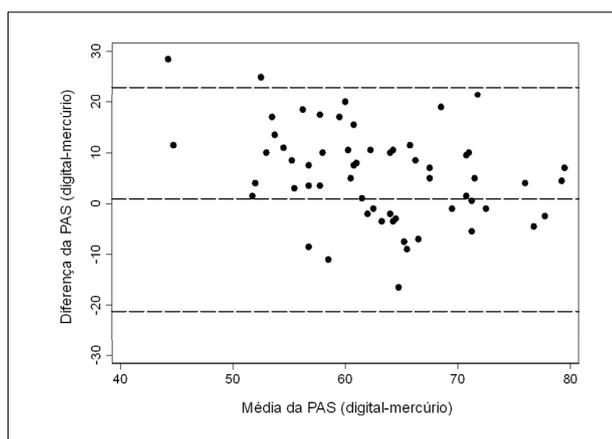


Fig. 6 - Bland & Altman plot medindo a concordância entre as medidas da pressão arterial diastólica digital com esfigmomanômetro de mercúrio em meninas.

Desses, 17 (81.0%) foram corretamente classificados de acordo com o dispositivo digital (sensibilidade). Dos 99 adolescentes que estavam abaixo do ponto de corte de pré-hipertensão, 88 (88,9%) foram corretamente identificados pelo dispositivo digital (especificidade). Valores preditivos positivos e negativos foram, respectivamente, 60,7% e 95,7%. A porcentagem geral de concordância foi de 87,5%, e o valor de kappa foi 0,62. Devido ao fato de apenas 5 adolescentes terem sido classificados como hipertensos pelo manômetro de mercúrio, optamos por não apresentar análises para essa variável.

Baseados nos resultados de validade desse estudo, as seguintes equações de correção foram criadas para serem aplicadas quando o monitor digital é utilizado em adolescentes de 14 a 15 anos:

Meninos

$$\text{PAS mercúrio} = 59,269 + (0,772 * \text{PAS digital}) - (0,198 * \text{idade em meses})$$

$$\text{PAD mercúrio} = 18,598 + (0,454 * \text{PAD digital}) + (0,065 * \text{idade em meses})$$

Meninas

$$\text{PAS mercúrio} = 22,721 + (0,637 * \text{PAS digital}) + (0,095 * \text{idade em meses})$$

$$\text{PAD mercúrio} = -25,673 + (0,751 * \text{PAD digital}) + (0,207 * \text{idade em meses})$$

Testamos a aplicabilidade dessas equações em um banco de dados da coorte de nascimentos de Pelotas (Brasil) de 1993, na qual mais de 4.000 adolescentes com idade entre 14 e 15 anos foram entrevistados em 2008 e sua PA foi medida usando-se o dispositivo digital. Fizemos a regressão da PAS e PAD medidas pelo dispositivo digital sobre o Índice de Massa Corporal (IMC). Depois, fizemos a regressão dos valores corrigidos da PA usando as equações propostas. A magnitude das associações entre a PA e IMC foi atenuada de forma consistente quando a correção foi aplicada. Por exemplo, na amostra total, o coeficiente de regressão para

a PAS foi 1,08, enquanto esse valor foi 0,76 quando a correção foi aplicada. Os valores equivalentes para a PAD foram 0,73 e 0,45.

Discussão

A monitoração da pressão arterial é essencial, no ambiente clínico e a nível populacional. Se os valores da pressão arterial estão sob controle, há uma diminuição do risco de morbidade e mortalidade devido à doença cardiovascular¹¹. Entretanto, a monitoração da PA tem sido um desafio, porque os manômetros aneróides e de mercúrio são caros e requerem a presença de um profissional de saúde treinado para utilizá-los¹². Como alternativa, os dispositivos digitais têm recebido cada vez mais atenção e associações de saúde de renome estão recomendando seu uso¹³⁻¹⁵. Apesar das recomendações, a validade dos monitores digitais precisa ser confirmada antes de seu uso se tornar comum.

A maioria dos estudos de validação de monitores digitais realizados até agora foram restritos a indivíduos adultos^{6,7,12,14,16}. Entretanto, a hipertensão na adolescência, uma das possíveis consequências da epidemia de obesidade, é uma crescente preocupação na saúde pública. Em uma amostra de adolescentes residentes na região sul do Brasil, objetivamos ajudar a preencher esse vazio na literatura. Em resumo, nossos dados mostram que o monitor digital fornece dados precisos sobre a pressão arterial sistólica, mas superestima a pressão diastólica. Isso é diferente da maioria dos estudos realizados em adultos, nos quais a PAS tende a ser mais superestimada quando da utilização do dispositivo digital, em comparação com a PAD.

A fim de corrigir os valores obtidos com o dispositivo digital, propusemos quatro equações separadas (pressão arterial sistólica, diastólica, meninos e meninas). Isso é essencial porque a magnitude da superestimação na PAD foi considerada relevante no contexto da saúde pública. Há uma concordância sobre qual é o limite a ser considerado aceitável para dispositivos digitais. Alguns autores tem proposto que erros médios < 5 mmHg com DP < 8 mmHg são aceitáveis para adultos. Em nossa amostra, o erro médio foi de apenas 0,3 mmHg para PAS, mas 6,9 mmHg para a PAD. Por essa razão, acreditamos que o uso de equações de correção é necessário em estudos com adolescentes dentro da faixa etária do presente estudo. Deve-se notar, entretanto, que os fatores de correção são população-específicos, e dessa forma, os autores devem testar a aplicabilidade de nossas equações para outras faixas etárias e populações.

Referências

1. 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: 531-6.
2. Park MK, Menard SW, Yuan C. Comparison of auscultatory and oscillometric blood pressures. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2001; 155 (1): 50-3.
3. Dolan E, Stanton A, Thijs L, Hinedi K, Atkins N, McClory S, et al. Superiority of ambulatory over clinic blood pressure measurement in predicting mortality: the Dublin outcome study. *Hypertension*. 2005; 46 (1): 156-61.
4. Jones DW, Appel LJ, Sheps SG, Roccella EJ, Lenfant C. Measuring blood pressure accurately: new and persistent challenges. *JAMA*. 2003; 289 (8): 1027-30.
5. Altunkan S, Ilman N, Altunkan E. Validation of the nissei 250 ambulatory blood pressure monitoring device according to the International Protocol. *J Hypertens*. 2003; 21 (Suppl 4): S22.
6. Altunkan S, Genc Y, Altunkan E. A comparative study of an ambulatory blood pressure measuring device and a wrist blood pressure monitor with a position

Quando as variáveis categóricas são utilizadas a fim de definir hipertensão ou pré-hipertensão, a concordância entre os dispositivos deveria ser verificada novamente. Em nossa amostra, como a hipertensão foi muito rara, não fomos capazes de explorar mais essa questão. Entretanto, para a pré-hipertensão, mostramos que o dispositivo digital tem uma especificidade próxima de 90% e uma sensibilidade próxima de 80%. Esses valores são aceitáveis para propósito de pesquisa. Obviamente, em ambientes clínicos, esses valores não são aceitáveis e dessa forma, o uso de monitores aneróides é recomendado.

O crescente uso de manômetros digitais para a medida da PA é positivo em termos de saúde pública. Esses dispositivos podem trazer a monitoração da PA para mais perto da população. Eles também podem ser uma ferramenta excelente para estudos epidemiológicos, particularmente em ambientes de baixa e média renda, onde a maior parte das pesquisas é realizada em nível de domicílio.

Contribuições dos autores

Ana M. B. Menezes teve a idéia original, e foi responsável pela preparação do manuscrito. Samuel C Dumith realizou a maior parte das análises, com a supervisão de Pedro C. Hallal. Ricardo B. Noal foi responsável pelo treinamento dos técnicos que fizeram a mensuração da pressão arterial, e foi responsável pelo planejamento do estudo. Ana Paula Nunes, Fernanda Mendonça, Marta A. Duval e Paulo E. Caruso fizeram o trabalho de campo e inserção de dados. Cora L. Araujo, Ana M. B. Menezes e Pedro C. Hallal são os coordenadores do Estudo de Coorte de Nascimento de 1993 em Pelotas (Brasil). Todos os autores contribuíram para as versões iniciais do manuscrito e aprovaram sua versão final.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

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

- sensor versus a mercury sphygmomanometer. *Eur J Intern Med.* 2007; 18 (2): 118-23.
7. Nelson D, Kennedy B, Regnerus C, Schweinle A. Accuracy of automated blood pressure monitors. *J Dent Hyg.* 2008; 82 (4): 35.
 8. American Heart Association, Pennsylvania Affiliate. Standardized blood pressure measurement manual. Philadelphia: Departement of Health, Commonwealth of Pennsylvania; 1990.
 9. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res.* 1999; 8 (2): 135-60.
 10. US Department of Health and Human Services. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents: US Department of Health and Human Services; 2005.
 11. Johnson KA, Partsch DJ, Rippole LL, McVey DM. Reliability of self-reported blood pressure measurements. *Arch Intern Med.* 1999; 159 (22): 2689-93.
 12. Stergiou GS, Lin CW, Lin CM, Chang SL, Protogerou AD, Tzamouranis D, et al. Automated device that complies with current guidelines for office blood pressure measurement: design and pilot application study of the Microlife WatchBP Office device. *Blood Press Monit.* 2008; 13 (4): 231-5.
 13. Macdonald E, Froggatt P, Lawrence G, Blair S. Are automated blood pressure monitors accurate enough to calculate the ankle brachial pressure index? *J Clin Monit Comput.* 2008; 22 (5): 381-4.
 14. White WB, Anwar YA. Evaluation of the overall efficacy of the Omron office digital blood pressure HEM-907 monitor in adults. *Blood Press Monit.* 2001; 6 (2): 107-10.
 15. Stryker T, Wilson M, Wilson TW. Accuracy of home blood pressure readings: monitors and operators. *Blood Press Monit.* 2004; 9 (3): 143-7.
 16. Johnson KA, Partsch DJ, Gleason P, Makay K. Comparison of two home blood pressure monitors with a mercury sphygmomanometer in an ambulatory population. *Pharmacotherapy.* 1999; 19 (3): 333-9.