

Comparação entre os valores da pressão arterial central e braquial de pacientes com hipertensão arterial submetidos à cineangiocoronariografia

Comparison between the central and brachial blood pressure values in patients with hypertension undergoing cineangiocoronarography

Autores

Bruno Bordin Pelazza¹

Cesar Augusto Saldanha Rosa²

Sebastião Rodrigues Ferreira Filho³

¹ Mestre em Ciências da Saúde /UFU(EnfermeiroIntensivista UTI Geral/Coronária).

² Graduação em Medicina (Médico Intensivista e Mestre em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Uberlândia).

³ Doutor em Nefrologia/ UNIFESP (Professor Titular da Universidade Federal de Uberlândia).

Data de submissão: 27/02/2012.

Data de aprovação: 16/07/2012.

Correspondência para:

Bruno Bordin Pelazza.
Universidade Federal de Uberlândia/Instituto do Coração do Triângulo. Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde.
Rua Manoel Serralha, nº 1075, Santa Mônica. Uberlândia, MG, Brasil. CEP: 38408-246.
E-mail: bordizim@hotmail.com
Tel/Fax: (34) 3216-4403.
Cel: (34)8853-6322.
CAPES.

RESUMO

Introdução: Durante o envelhecimento, a pressão arterial sistólica (PS) e a pressão de pulso (PP) se elevam gradativamente, consequente à redução da elasticidade arterial. A medida da pressão arterial sistêmica (PAS) aferida na raiz da aorta tem sido considerada como um determinante independente da mortalidade cardiovascular superior aos valores PAS braquial. **Objetivo:** Comparar os valores da PAS central e PAS braquial em portadores de hipertensão arterial nas diversas faixas etárias. **Método:** Avaliamos a PAS central na raiz da aorta e a PAS braquial no braço esquerdo pelo método oscilométrico em 244 pacientes com hipertensão submetidos à cineangiocoronariografia. Foram constituídos cinco grupos de pacientes: Grupo I, 39-49 anos, n = 36; Grupo II, 50-59 anos, n = 67; Grupo III, 60-69 anos, n = 69; Grupo IV, 70-79 anos, n = 46; e o Grupo V, ≥ 80 anos, n = 26. **Resultados:** Ao comparar a PS central *versus* PS braquial, foi possível encontrar significância a partir dos 50 anos de vida. Não encontramos diferença estatística entre a pressão diastólica central *versus* diastólica braquial, exceto nos pacientes com idade entre 60-69 anos. Na comparação entre a PP central e PP braquial, observamos que a PP central foi significativamente maior (entre 11 a 15 mmHg) em todos os pacientes com idade superior a 50 anos. **Conclusão:** Com o envelhecimento, os valores das PS e de PP, aferidas diretamente na raiz da aorta, são superiores àqueles obtidos por método indireto na artéria braquial. Essas diferenças são significantes a partir dos 50 anos de idade.

Palavras-chave: hipertensão, saúde, sobrevivida.

ABSTRACT

Introduction: Systolic blood pressure (SP) and pulse pressure (PP) rise gradually during the aging process as a consequence of a reduction in arterial elasticity. The measure of systemic arterial pressure (SAP) taken at the root of the aorta has been considered an independent determinant of cardiovascular mortality superior to the values of brachial SAP. **Aim:** To compare the values of SAP central to those of brachial SAP in patients of different age brackets who have systemic hypertension. **Method:** We evaluated the central SAP at the root of the aorta and the brachial SAP in the left arm using the oscillometric method 244 hypertensive patients who had been submitted to cineangiocoronarography. Five groups of patients were constituted: Group I, 39-49 years-old (y.o.), n = 36; Group II, 50-59 y.o., n = 67; Group III, 60-69 y.o., n = 69; Group IV, 70-79 y.o., n = 46; Group V, ≥ 80 y.o., n = 26. **Results:** When central SP was compared to brachial SP, it was possible to find significance in patients who were 50 y.o and upwards. It was not possible to find a statistical difference between central diastolic pressure and brachial except in patients between the ages of 60-69 y.o. When comparing central to brachial PP, we observed that central PP was significantly greater (between 11 and 15 mmHg) in all patient above the age of 50 y.o. **Conclusion:** In older people, the values of SP and PP, taken directly at the root of the aorta, are superior to those obtained by indirect means from the brachial artery. These differences are significant from the age of 50 y.o. onwards.

Keywords: health, hypertension, survivorship (public health).

INTRODUÇÃO

A pressão arterial sistêmica (PAS), quando aferida utilizando-se de métodos indiretos, tem importante valor preditivo para eventos cardiovasculares. A mensuração dos níveis de PAS detectada, geralmente, pelo uso do esfigmomanômetro conectado em membro superior, tem sido utilizada tanto na prática clínica quanto em estudos de pesquisa com grandes amostras populacionais.¹⁻⁴ O uso de outros métodos de aferição da PAS, tais como os oscilométricos com registros digitais, também está difundido nas práticas ambulatoriais e em diversos estudos clínicos.^{4,5}

Recentemente, alguns autores demonstraram que a PAS central (PASc) obtida na raiz da aorta está mais fortemente relacionada a doenças cardiovasculares do que os valores obtidos por meio da PAS braquial (PASb)⁶. Entre os componentes da PAS, tanto central quanto braquial, a pressão de pulso central (PPc) tem demonstrado que é um preditor independente de eventos cardiovasculares.^{7,8} Benetos *et al.* verificaram que o papel da pressão de pulso (PP) foi determinante na mortalidade cardiovascular e valores superiores a 65 mmHg foram acompanhadas de elevação do risco coronariano, mesmo com valores absolutos de pressão arterial sistólica (PS) e diastólica (PD) dentro dos limites normais.⁹⁻¹¹

A PP reflete a complexa interação intermitente entre a fração de ejeção e a propriedades hemodinâmicas das grandes artérias.¹² Quando elevada, a PP indica rigidez da parede arterial, com consequente aumento da velocidade da onda de pulso, especialmente em indivíduos idosos.¹⁰⁻¹³ Com o envelhecimento, há progressiva elevação da PAS, ocorrendo maior aumento na PS em relação à PD. A PAS continua se elevando mesmo depois dos 60 anos, enquanto a PD tende a se manter constante ou declinar após a quinta ou a sexta décadas de vida.^{13,14}

Assim, a PP aumenta com o avançar da idade, em função das modificações estruturais dos diferentes componentes da parede arterial, reduzindo a complacência dos grandes vasos arteriais consequentes à diminuição de fibras elásticas e aumento no conteúdo de íons cálcio e fibras colágenas.¹⁵ Dados sugerem que a PPc está estreitamente correlacionada com a hipertrofia ventricular esquerda,¹⁶ aumento da espessura da camada íntima e média das artérias¹⁷ e constitui preditor independente de risco cardiovascular, superando a pressão de pulso braquial (PPb).¹⁸

OBJETIVO

Neste contexto, este trabalho objetivou comparar os valores da pressão arterial sistêmica central e a pressão arterial sistêmica braquial nas diversas faixas etárias de portadores de hipertensão arterial sistêmica.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, no qual foram avaliados 260 pacientes, com idades entre 39 a 88 anos, selecionados no período de novembro de 2009 a junho de 2011, admitidos eletivamente no Instituto do Coração do Triângulo Mineiro (ICT) de Uberlândia-MG, para realização de cineangiogramia, devido a sinais e sintomas clínicos compatíveis de insuficiência coronariana. Foram coletados dados antropométricos e demográficos por meio de um questionário realizado anteriormente a cineangiogramia.

Foram constituídos cinco grupos de pacientes: Grupo I, com faixa etária entre 39 a 49 anos, n = 34; Grupo II, entre 50 a 59 anos, n = 67; Grupo III, entre 60 a 69 anos, n = 69; Grupo IV, entre 70 a 79 anos, n = 46; e o Grupo V, ≥ 80 anos, n = 26. As variáveis estudadas em cada grupo foram; Pressão Sistólica central (PSc) e braquial (PSb); Pressão Diastólica central (PDc) e braquial (PDb); Pressão de Pulso central (PPc) e braquial (PPb). Todos os valores foram expressos em mmHg.

Foram incluídos, neste estudo, pacientes com idade ≥ que 18 anos, portadores de hipertensão arterial sistêmica (HAS) e que aceitassem assinar o termo de compromisso livre e esclarecido. Foram excluídos do estudo os pacientes que apresentavam: alergia ao iodo (7), crise hipertensiva (2), úlceras varicosas com infecção (5) e falha mecânica do aparelho de hemodinâmica (4). A amostra final foi de 242 pacientes, sendo 130 homens e 112 mulheres. Todos os pacientes eram hipertensos. Foram considerados hipertensos os indivíduos que apresentaram, na admissão, previamente ao exame, a PAS ≥ 140x90 mmHg com ou sem uso de anti-hipertensivos ou com PAS < 140x90 mmHg em uso de anti-hipertensivos.

ESTUDO HEMODINÂMICO

Para a realização da cineangiogramia, o paciente encontrava-se em decúbito dorsal (Siemens Coroskop T.O.P.) e a aferição da PASc foi realizada posicionando o cateter (Pig Tail 110 cm, calibre 5F) na

raiz da aorta os valores poderiam ser visualizados no monitor cardíaco (Siemens) e a introdução do cateter era sempre pela artéria femoral ou radial - cabia ao médico decidir qual melhor via de escolha. A exata confirmação da localização do cateter foi feita por injeção de contraste (Pielograf - iônico e Visipaque - não iônico). No máximo 60 segundos depois da aferição da PASc, os valores da PASb eram obtidos por meio do método oscilométrico, com o aparelho digital Omron-HEM-431 conectado ao membro superior esquerdo.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados referentes às variáveis foram expressos como média \pm desvio padrão e nas figuras foram média \pm erro padrão, enquanto que as variáveis categóricas foram expressas como proporção ou porcentagem. Inicialmente, cada uma das variáveis foi avaliada pela análise de variância (ANOVA), para verificar se havia diferença significativa entre os grupos. Foi considerada significativa a diferença entre os grupos se *p*-valor for menor que 5%.

Uma vez que houve diferença significativa entre os grupos, aplicou-se o teste de comparação múltipla (teste de Tukey) para verificar quais grupos diferem de outros grupos. O teste *t* de *student* e *Mann-Whitman* foi aplicado entre os valores da pressão central e braquial, conforme normalidade da amostra. Foram considerados significantes quando *p*-valor for menor que 5%. A análise estatística foi realizada utilizando o software Prism 5 for Windows - versão 5.02.

RESULTADOS

POPULAÇÃO DO ESTUDO

As características clínicas dos pacientes e o número de anti-hipertensivos estudados (*n* = 242) são apresentadas na Tabela 1. Na Tabela 1, a variável sexo masculino/feminino, se manteve semelhante, destacando a homogeneização da amostra. A quantidade de anti-hipertensivos nos grupos IV e V foi maior do que os grupos I, II e III e a proporção de pacientes com Diabetes Mellitus nos Grupos IV e V apresentava médias maiores do que os Grupos I, II e III. Neste estudo, não correlacionamos os valores da PAS com qualquer outro resultado pesquisado, como comorbidades e o número de anti-hipertensivos utilizados, mas sim uma comparação entre a pressão arterial central e braquial.

Ao compararmos a pressão arterial sistólica central *versus* a pressão arterial sistólica braquial, observamos que a PSc foi maior que a PSb a partir dos

50 anos de idade; *p* < 0,05. (Tabela 2 e Figura 1). Em detalhes, observamos significância entre o Grupo I *versus* Grupo III; Grupo I *versus* Grupo IV e Grupo I *versus* Grupo V. Na PSb, observamos significância entre o Grupo I *versus* Grupo IV e Grupo I *versus* Grupo V, e estes valores de significância foram sempre *p* < 0,05.

Em relação à pressão arterial diastólica central, não foram observadas variações significantes entre as diversas faixas etárias. Na comparação da PDC *versus* PDb, foi possível encontrar significância somente no Grupo III (Tabela 3 e Figura 2).

Na comparação entre a pressão de pulso central *versus* a pressão de pulso braquial, observamos que a pressão de pulso central foi maior que a pressão de pulso braquial a partir dos 50 anos de idade; *p* < 0,05. (Tabela 4 e Figura 3). Em detalhes, na PPc observamos significância entre o Grupo I *versus* Grupo III; Grupo I *versus* Grupo IV e Grupo I *versus* Grupo V. Em relação à PPb, observamos significância entre o Grupo I *versus* Grupo IV e Grupo I *versus* Grupo V, e estes valores de significância foram sempre *p* < 0,05.

DISCUSSÃO

O diagnóstico de HAS é geralmente obtido por meio de métodos indiretos, utilizando-se de aparelhos oscilométricos e/ou auscultatórios posicionados em membros superiores dos pacientes.¹⁹⁻²² Estudos epidemiológicos assumem que a PAS braquial é proporcional ao risco cardiovascular.²³ Recentemente, ensaios clínicos têm demonstrado que a PAS central é melhor preditor de risco cardiovascular do que a PASb.²⁴ Na verdade, os valores da PAS central e braquial podem diferir significativamente.^{25,26} Os nossos dados demonstram que o aumento na PSb foi estatisticamente significativo a partir dos 70 anos, diferentemente do que é demonstrado na literatura, na qual se nota elevação da PSb a partir da 5ª década de vida.^{27,28}

Tal fato, provavelmente, ocorreu devido ao uso de anti-hipertensivos, que poderiam retardar o aumento da PSb. Os fatores envolvidos no envelhecimento do sistema cardiovascular, tal qual o enrijecimento dos vasos arteriais, poderiam contribuir para a elevação da PAS, superando os efeitos das drogas anti-hipertensivas. Quanto ao comportamento da PS central, os nossos dados demonstram que se eleva significativamente a partir dos 60 anos de idade e, novamente, o uso de anti-hipertensivos pode ser responsabilizado por esta manifestação mais tardia.

TABELA 1 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DAS POPULAÇÕES E O NÚMERO DE ANTI-HIPERTENSIVOS POR FAIXA ETÁRIA

Parâmetros	Grupo I (n = 34)	Grupo II (n = 67)	Grupo III (n = 69)	Grupo IV (n = 46)	Grupo V (n = 26)	p-valor
Idade	44 ± 4,6*	54 ± 2,8*	64 ± 2,7*	74 ± 3,0*	84 ± 2,6*	< 0,0001
Sexo - Masc./Fem.	20/14	34/33	35/34	24/22	15/11	0,8639
DM (%)	26	27	23	41*	46*	0,0105
Tabagista	12	40*	25	13	10	0,0009
Quantidade de anti-hipertensivos (n)	2,09 ± 1,09	2,20 ± 0,97	2,25 ± 0,92	2,39 ± 0,91*	2,94 ± 1,16*	0,0284
Bloqueadores beta-adrenérgicos (%)	56	60	43	43	58	0,2492
IECA (%)	33	28	22	28	31	0,7464
BCC (%)	22	27	29	30	27	0,9389
Diurético (%)	22	27	23	28	23	0,9

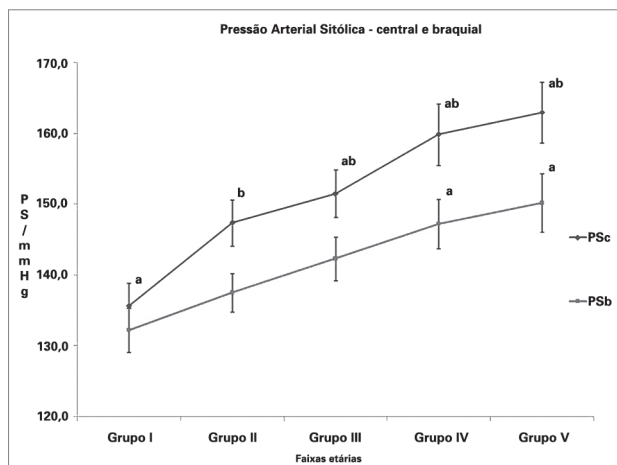
* comparação entre grupos (< 0,05), IECA: inibidor da enzima conversora da angiotensina, BCC: bloqueador do canal de cálcio, DM: Diabetes Mellitus. (Grupo I, pacientes entre 39 a 49 anos; Grupo II, entre 50 a 59 anos; Grupo III, entre 60 a 69 anos; Grupo IV, entre 70 a 79 anos; e Grupo V, ≥ 80 anos). Foram utilizados os métodos estatísticos ANOVA e Tukey.

TABELA 2 PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA DE ACORDO COM A FAIXA ETÁRIA

Parâmetros mmHg	Grupo I (n = 34)	Grupo II (n = 67)	Grupo III (n = 69)	Grupo IV (n = 46)	Grupo V (n = 26)	p-valor
PS central	136 ± 20	147 ± 27 ^b	152 ± 28 ^{ab}	160 ± 22 ^{ab}	163 ± 22 ^{ab}	< 0,0001
PS Braquial	132 ± 19	138 ± 23	142 ± 26	147 ± 24 ^a	150 ± 21 ^a	0,0061

^a PSc - Grupo V = Grupo IV > Grupo III > Grupo I; Grupo I = Grupo II e Grupo II = Grupo III; ^b PSc > PSb nos Grupos II, III, IV e V. (Grupo I, pacientes entre 39 a 49 anos; Grupo II, entre 50 a 59 anos; Grupo III, entre 60 a 69 anos; Grupo IV, entre 70 a 79 anos; e Grupo V, ≥ que 80 anos).

Figura 1. Variação da Pressão Arterial Sistólica Central e Braquial de acordo com a faixa etária. - a vs. a = p > 0,05; b vs. b = p > 0,05; a vs. b = p < 0,05; c = p < 0,05 (entre grupos). Grupo I pacientes com idade entre 39 a 49 anos; Grupo II, entre 50 a 59 anos; Grupo III, entre 60 a 69 anos; Grupo IV, entre 70 a 79 anos; e Grupo V, ≥ que 80 anos. Foram utilizados os métodos estatísticos teste t de student e Mann-Whitman.



Quando comparadas as PS central *versus* PS braquial, observamos níveis maiores da PS central a partir dos 50 anos de idade (147 ± 27 *vs.* 138 ± 23 mmHg) e esta diferença se mantém nos outros grupos avaliados. Este fato demonstra que as drogas utilizadas no tratamento da HAS, muitas vezes, não são eficazes em reduzir os níveis sistólicos centrais.

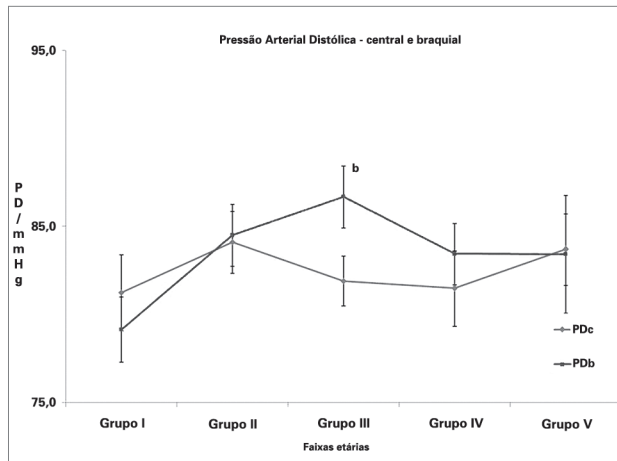
O estudo CAFE, que comparou o atenolol com a amlodipina, concluiu que o bloqueador beta-adrenérgico foi menos eficaz na redução da pressão central. Neste estudo, 50% dos pacientes faziam uso de betabloqueador,^{29,30} percentual semelhante à população avaliada em nossa amostra. Na Tabela 1, nota-se que, em todas as faixas etárias, o uso do bloqueador beta-adrenérgico foi superior a 40%. Este fato pode justificar as diferenças observadas entre pressão sistólica central e a sistólica braquial. Outros

TABELA 3 PRESSÃO ARTERIAL DIASTÓLICA DE ACORDO COM A FAIXA ETÁRIA

Parâmetros mmHg	Grupo I (n = 34)	Grupo II (n = 67)	Grupo III (n = 69)	Grupo IV (n = 46)	Grupo V (n = 26)	p-valor
PD Central	81 ± 13	84 ± 14	82 ± 12 ^b	81 ± 15	84 ± 10	0,6288
PD braquial	79 ± 11	84 ± 14	87 ± 15	83 ± 12	83 ± 17	0,1712

^b Pdc > PDb no Grupo III. (Grupo I, pacientes entre 39 a 49 anos; Grupo II, entre 50 a 59 anos; Grupo III, entre 60 a 69 anos; Grupo IV, entre 70 a 79 anos; e Grupo V, ≥ que 80 anos).

Figura 2. Variação da Pressão Arterial Diastólica Central e Braquial de acordo com a faixa etária. - c = $p < 0,05$ (entre grupos). Grupo I pacientes com idade entre 39 a 49 anos; Grupo II, entre 50 a 59 anos; Grupo III, entre 60 a 69 anos; Grupo IV, entre 70 a 79 anos; e Grupo V, \geq que 80 anos. Foram utilizados os métodos estatísticos teste t de student e Mann-Whitman.

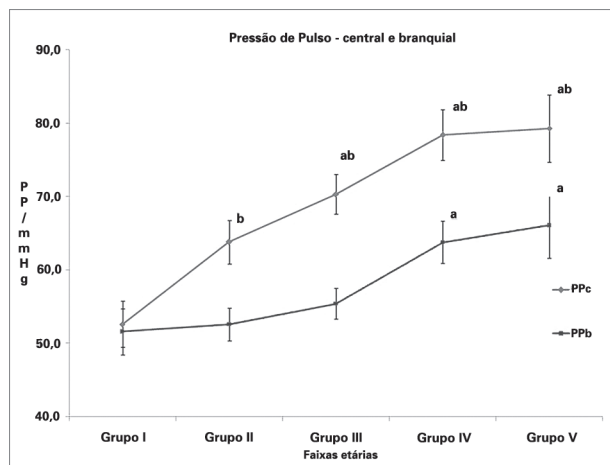


estudos já demonstraram que o bloqueador beta-adrenérgico reduz menos a pressão central do que outros hipotensores.³⁰⁻³²

A PDb eleva-se em adultos até a 5ª ou 6ª década de vida para, em seguida, reduzir seus valores nos indivíduos idosos.³³ Entretanto, em nosso estudo, PDb manteve-se semelhantes nos diversos grupos, o mesmo ocorrendo com os níveis da PDC. O uso de drogas anti-hipertensivas e a consequente manutenção da PAS, dentro dos limites considerados normais, parecem ter restringido o aumento da PD nas diferentes faixas etárias.

Se considerarmos a PPc < 50 mmHg como nível normal, em nosso estudo as médias de todas as faixas etárias foram superiores a este valor. Quando comparada com as faixas etárias anteriores, observamos que a PPc foi mais elevada a partir dos 60 anos (70 ± 23 ; $p < 0,0001$), enquanto a PPb se elevou a partir dos 70 anos (64 ± 20 ; $p < 0,0003$). Se analisarmos a PPc versus PPb, observamos níveis maiores da PPc a partir do Grupo II (64 ± 24 vs. 53 ± 18 mmHg) e esta diferença se manteve nos outros grupos avaliados. Este fato evidencia que as drogas anti-hipertensivas não estão sendo capazes de manter os valores de PPc iguais ao de

Figura 3. Variação da Pressão de Pulso Central e Braquial de acordo com a faixa etária. - a vs. a = $p > 0,05$; b vs. b = $p > 0,05$; a vs. b = $p < 0,05$; c = $p < 0,05$ (entre grupos). Grupo I pacientes com idade entre 39 a 49 anos; Grupo II, entre 50 a 59 anos; Grupo III, entre 60 a 69 anos; Grupo IV, entre 70 a 79 anos; e Grupo V, \geq que 80 anos. Foram utilizados os métodos estatísticos teste t de student e Mann-Whitman.



PPb; novamente, o uso dos bloqueadores beta-adrenérgicos podem estar interferindo na redução mais eficaz da PPc.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Trata-se de um estudo transversal, com as limitações inerentes a este tipo de desenho. Assim, é possível que as diferenças das pressões central e braquial encontradas tenham sido específicas da população analisada em nosso estudo, que apresentavam lesões coronarianas subtratadas e com níveis pressóricos elevados. Por outro lado, o estudo não analisou o tempo de hipertensão arterial e alguns pacientes examinados poderiam apresentar elevações agudas da pressão arterial frente ao estresse do exame.

CONCLUSÃO

Com o envelhecimento, os valores das pressões sistólica e de pulso, aferidas diretamente na raiz da aorta, são superiores àqueles obtidos por método indireto na artéria braquial. Essas diferenças são significantes a partir dos 50 anos de idade.

TABELA 4 PRESSÃO DE PULSO DE ACORDO COM A FAIXA ETÁRIA

Parâmetros mmHg	Grupo I (n = 34)	Grupo II (n = 67)	Grupo III (n = 69)	Grupo IV (n = 46)	Grupo V (n = 26)	p-valor
PP central	53 ± 19	64 ± 24 ^b	70 ± 23 ^{ab}	78 ± 23 ^{ab}	79 ± 23 ^{ab}	< 0,0001
PP braquial	52 ± 17	53 ± 18	55 ± 17	64 ± 20 ^a	66 ± 21 ^a	0,0003

^a PPc - Grupo V = Grupo IV > Grupo III > Grupo I; Grupo I = Grupo II e Grupo II = Grupo III; ^b PPc > PPb nos Grupos II, III, IV e V. (Grupo I, pacientes entre 39 a 49 anos; Grupo II, entre 50 a 59 anos; Grupo III, entre 60 a 69 anos; Grupo IV, entre 70 a 79 anos; e Grupo V, \geq que 80 anos).

REFERÊNCIAS

1. Pickering TG, Hall JG, Apple LJ, Falkner B, Graves J, Hill M, et al.; Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. 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. *Hypertension* 2005;45:142-61.
2. European Society of Hypertension-European Society of Cardiology Guidelines Committee. 2003 European Society of Hypertension-European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension. *J Hypertens* 2003;21:1011-53.
3. Palota L, Cordella MP, Oliveira SM, Cesarino CB. A verificação da calibração dos manômetros e condições dos esfigmomanômetros aneróides: um programa de educação continuada para enfermeiros supervisores do Hospital de Base. *Arq Cienc Saúde* 2004;11:2-6.
4. Keavney B, Bird R, Caiazza A, Casadei B, Conway J. Measurement of blood pressure using the auscultatory and oscillometric methods in the same cuff deflation: validation and field trial of the A&D TM2421 monitor. *J Hum Hypertens* 2000;14:573-9.
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;19:353-60.
6. Roman MJ, Devereux RB, Kizer JR, Lee ET, Galloway JM, Ali T, et al. Central pressure more strongly relates to vascular disease and outcome than does brachial pressure: the Strong Heart Study. *Hypertension* 2007;50:197-203.
7. Safar ME, Blacher J, Pannier B, Guerin AP, Marchais SJ, Guyonvarc'h PM, et al. Central pulse pressure and mortality in end-stage renal disease. *Hypertension* 2002;39:735-8.
8. Safar ME. Pulse pressure, arterial stiffness, and cardiovascular risk. *Curr Opin Cardiol* 2000;15:258-63.
9. Benetos A, Safar M, Rudnichi A, Smulyan H, Richard JL, Ducimetière P, et al. Pulse pressure: a predictor of long-term cardiovascular mortality in a French male population. *Hypertension* 1997;30:1410-5.
10. Franklin S, Khan S, Wong N, Larson MG, Levy D. Is pulse pressure useful in predicting risk for coronary heart disease? The Framingham heart study. *Circulation* 1999;100:354-60.
11. Millar J, Lever A, Burke V. Pulse pressure as a risk factor for cardiovascular events in the MRC Mild Hypertension Trial. *J Hypertens* 1999;17:1065-72.
12. Chae CU, Pfeffer MA, Glynn RJ, Mitchell GF, Taylor JO, Hennekens CH. Increased pulse pressure and risk of heart failure in the elderly. *JAMA* 1999;281:634-9.
13. Franklin SS, Gustin W 4th, Wong ND, Larson MG, Weber MA, Kannel WB, et al. Hemodynamic patterns of age-related changes in blood pressure. The Framingham Heart Study. *Circulation* 1997;96:308-15.
14. Ogihara T, Hiwada K, Morimoto S, Matsuoka H, Matsumoto M, Takishita S, et al. Guidelines for treatment of hypertension in the elderly 2002 revised version. *Hypertens Res* 2003;26:1-36.
15. Nichols WW, O'Rourke MF, eds. McDonald's Blood Flow in Arteries: Theoretical, Experimental and Clinical Principles. Fifth Edition. Oxford: Hodder Arnold; 2005. p.193-213.
16. Covic A, Goldsmith DJ, Panaghiu L, Covic M, Sedor J. Analysis of the effect of haemodialysis on peripheral and central arterial pressure waveforms. *Kidney Int* 2000;57:2634-43.
17. Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, Gautier I, Laloux B, Guize L, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. *Hypertension* 2001;37:1236-41.
18. McEniery CM, Yasmin, McDonnell B, Munnery M, Wallace SM, Rowe CV, et al; Anglo-Cardiff Collaborative Trial Investigators. Central pressure: variability and impact of cardiovascular risk factors: the Anglo-Cardiff Collaborative Trial II. *Hypertension* 2008;51:1476-82.
19. Yarows SA, Qian K. Accuracy of aneroid sphygmomanometers in clinical usage: University of Michigan experience. *Blood Press Monit* 2001;6:101-6.
20. Canzanello VJ, Jensen PL, Schwartz GL. Are aneroid sphygmomanometers accurate in hospital and clinic settings? *Arch Intern Med* 2001;161:729-31.
21. van Montfrans GA. Oscillometric blood pressure measurement: progress and problems. *Blood Press Monit* 2001;6:287-90.
22. Amoores JN, Scott DH. Can simulators evaluate systematic differences between oscillometric non-invasive blood-pressure monitors? *Blood Press Monit* 2000;5:81-9.
23. Turnbull F; Blood Pressure Lowering Treatment Trialists' Collaboration. Effects of different blood-pressure-lowering regimens on major cardiovascular events: results of prospectively-designed overviews of randomised trials. *Lancet* 2003;362:1527-35.
24. Roman MJ, Okin PM, Kizer JR, Lee ET, Howard BV, Devereux RB. Relations of central and brachial blood pressure to left ventricular hypertrophy and geometry: the Strong Heart Study. *Hypertension* 2010;28:384-8.
25. Boutouyrie P, Bussy C, Lacombe P, Gierard X, Laloux B, Laurent S. Association between local pulse pressure, mean blood pressure, and large-artery remodeling. *Circulation* 1999;100:1387-93.
26. Blacher J, Guerin AP, Pannier B, Marchais SJ, Safar ME, London GM. Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal failure. *Circulation* 1999;99:2434-9.
27. Franklin SS, Larson MG, Khan SA, Wong ND, Leip EP, Kannel WB, et al. Does the relation of blood pressure to coronary heart disease risk change with aging? The Framingham Heart Study. *Circulation* 2001;103:1245-9.
28. Franklin SS, Jacobs MJ, Wong ND, L'Italien GJ, Lapuerta P. Predominance of isolated systolic hypertension among middle-aged and elderly US hypertensives: analysis based on National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) III. *Hypertension* 2001;37:869-74.
29. Williams B, Lacy PS, Thom SM, Cruickshank K, Stanton A, Collier D, et al.; CAFE Investigators; Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial Investigators; CAFE Steering Committee and Writing Committee. Differential impact of blood pressure-lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study. *Circulation* 2006;113:1213-25.
30. Williams B, Lacy PS; CAFE and the ASCOT (Anglo-Scandinavian Cardiac Outcomes Trial) Investigators. Impact of heart rate on central aortic pressures and hemodynamics: analysis from the CAFE (Conduit Artery Function Evaluation) study: CAFE-Heart Rate. *J Am Coll Cardiol* 2009;54:705-13.
31. Morgan T, Lauri J, Bertram D, Anderson A. Effect of different antihypertensive drug classes on central aortic pressure. *Am J Hypertens* 2004;17:118-23.
32. Mackenzie IS, McEniery CM, Dhakam Z, Brown MJ, Cockcroft JR, Wilkinson IB. Comparison of the effects of antihypertensive agents on central blood pressure and arterial stiffness in isolated systolic hypertension. *Hypertension* 2009;54:409-13.
33. Sesso HD, Stampfer MJ, Rosner B, Hennekens CH, Gaziano JM, Manson JE, et al. Systolic and diastolic blood pressure, pulse pressure, and mean arterial pressure as predictors of cardiovascular disease risk in Men. *Hypertension* 2000;36:801-7.