

Relação entre Frequência Cardíaca de Repouso, Pressão Arterial e Pressão de Pulso em Adolescentes

Relationship between Resting Heart Rate, Blood Pressure and Pulse Pressure in Adolescents

Diego Giulliano Destro Christofaro,¹ Juliano Casonatto,³ Luiz Carlos Marques Vanderlei,¹ Gabriel Grizzo Cucato,² Raphael Mendes Ritti Dias²

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP),¹ Presidente Prudente, SP; Hospital Israelita Albert Einstein,² São Paulo, SP; Universidade Norte do Paraná (UNOPAR),³ Londrina, PR – Brasil

Resumo

Fundamento: A frequência cardíaca de repouso é considerada um importante fator de aumento de mortalidade em adultos. Entretanto, ainda é incerto se as associações observadas permanecem após ajuste para fatores de confusão em adolescentes.

Objetivos: Analisar a relação entre frequência cardíaca de repouso, pressão arterial e pressão de pulso em adolescentes dos dois sexos.

Métodos: Estudo transversal com 1231 adolescentes (716 meninas e 515 meninos, idade de 14-17 anos). Frequência cardíaca, pressão arterial e pressão de pulso foram avaliadas com esfigmomanômetro oscilométrico validado para essa população. Peso e altura foram medidos com balança eletrônica e estadiômetro, respectivamente, e a circunferência abdominal, com uma fita inextensível. Análise multivariada com regressão linear investigou a relação entre frequência cardíaca de repouso, pressão arterial e pressão de pulso em meninos e meninas, controlando para obesidade geral e abdominal.

Resultados: Valores maiores de frequência cardíaca de repouso foram observados em meninas ($80,1 \pm 11,0$ bpm) em comparação a meninos ($75,9 \pm 12,7$ bpm) ($p \leq 0,001$). Frequência cardíaca de repouso associou-se com pressão arterial sistólica em meninos [Beta = 0,15 (0,04; 0,26)] e meninas [Beta = 0,24 (0,16; 0,33)], com pressão arterial diastólica em meninos [Beta = 0,50 (0,37; 0,64)] e meninas [Beta = 0,41 (0,30; 0,53)], e com pressão de pulso apenas em meninos [Beta = -0,16 (-0,27; -0,04)].

Conclusões: Este estudo demonstrou a relação da frequência cardíaca de repouso elevada com aumento das pressões arteriais sistólica e diastólica em ambos os sexos e com pressão de pulso em meninos, mesmo após controle para potenciais fatores de confusão, como obesidade geral e abdominal. (Arq Bras Cardiol. 2017; 108(5):405-410)

Palavras-chave: Frequência Cardíaca; Pressão Arterial; Descanso; Adolescentes.

Abstract

Background: High resting heart rate is considered an important factor for increasing mortality chance in adults. However, it remains unclear whether the observed associations would remain after adjustment for confounders in adolescents.

Objectives: To analyze the relationship between resting heart rate, blood pressure and pulse pressure in adolescents of both sexes.

Methods: A cross-sectional study with 1231 adolescents (716 girls and 515 boys) aged 14-17 years. Heart rate, blood pressure and pulse pressure were evaluated using an oscillometric blood pressure device, validated for this population. Weight and height were measured with an electronic scale and a stadiometer, respectively, and waist circumference with a non-elastic tape. Multivariate analysis using linear regression investigated the relationship between resting heart rate and blood pressure and pulse pressure in boys and girls, controlling for general and abdominal obesity.

Results: Higher resting heart rate values were observed in girls (80.1 ± 11.0 beats/min) compared to boys (75.9 ± 12.7 beats/min) ($p \leq 0.001$). Resting heart rate was associated with systolic blood pressure in boys (Beta = 0.15 [0.04; 0.26]) and girls (Beta = 0.24 [0.16; 0.33]), with diastolic blood pressure in boys (Beta = 0.50 [0.37; 0.64]) and girls (Beta = 0.41 [0.30; 0.53]), and with pulse pressure in boys (Beta = -0.16 [-0.27; -0.04]).

Conclusions: This study demonstrated a relationship between elevated resting heart rate and increased systolic and diastolic blood pressure in both sexes and pulse pressure in boys even after controlling for potential confounders, such as general and abdominal obesity. (Arq Bras Cardiol. 2017; 108(5):405-410)

Keywords: Heart Rate; Arterial Pressure; Rest; Adolescents.

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

Correspondência: Juliano Casonatto •

Rua Cravina, 130. CEP 86035-280, Jd Sérgio Antônio, Londrina, PR – Brasil

E-mail: juliano2608@hotmail.com, julianoc@sercomtel.com.br

Artigo recebido em 14/04/2016, revisado em 26/09/2016, aceito em 30/11/2016

DOI: 10.5935/abc.20170050

Introdução

Recentemente, frequência cardíaca de repouso (FCR) elevada vem sendo considerada um importante fator para aumento de mortalidade, sendo tal relação independente de idade, sexo, perfil lipídico e pressão arterial (PA) em adultos.¹ A FCR alta tende a se associar com infarto do miocárdio,² podendo contribuir para morte por doença coronariana no futuro.

Estudos anteriores³⁻⁵ mostraram uma relação entre FCR elevada e PA alta em populações pediátricas, e sugeriram que a FCR elevada possa ser um marcador de doença cardiovascular na infância. Tal relação poderia ser mediada por outros importantes fatores de risco cardiovascular, como obesidade,^{3,4} que, através de substâncias inflamatórias, poderia aumentar a FCR.⁶

Outro fator associado com FCR alta é a pressão de pulso (PP), um importante marcador de rigidez vascular. Um estudo recente⁷ demonstrou uma relação positiva entre FCR alta e PP em 227 adolescentes afro-americanos saudáveis do sexo masculino. Entretanto, como a PP é afetada por níveis de PA e por obesidade, ainda há controvérsia se as associações observadas permaneceriam após ajuste para tais fatores de confusão.

Além disso, deve-se considerar o sexo de adolescentes ao se analisar tais relações. Rosa et al.⁸ relataram valores de PP significativamente mais altos em adolescentes do sexo masculino em comparação aos de adolescentes do sexo feminino. Observou-se maior variabilidade da frequência cardíaca em homens quando comparados a mulheres.⁹ Tais achados mostram que características hormonais e de deposição de gordura poderiam influenciar a FCR e outros fatores de risco cardiovascular.

Este estudo teve por objetivo analisar a associação entre FCR, PA e PP em adolescentes de ambos os sexos, assim como identificar covariáveis dessa associação.

Métodos

Trata-se de estudo transversal conduzido na cidade de Londrina, Paraná, onde se realizou reunião com o Secretário de Educação, da qual resultou coleta de informação das 6 maiores escolas públicas do centro da cidade, escolhidas para participar deste estudo devido à possibilidade de incluírem alunos de diferentes regiões da cidade (norte, sul, leste, oeste e central).

Londrina tem cerca de 17 mil alunos matriculados. Para o cálculo do tamanho da amostra, usou-se valor de correlação de 0,18, erro alfa de 5%, poder de 80% e correção de desenho de 2,0 (a amostra foi avaliada em 'clusters'). Considerando perdas de 20%, o tamanho mínimo necessário da amostra foi de 624 alunos. A amostra foi então composta por 1231 adolescentes com idade de 14-17 anos (515 meninos e 716 meninas). Os critérios de inclusão consistiram em fornecer termo de consentimento assinado por pais/responsáveis permitindo a participação do adolescente no estudo, não estar usando medicação e não estar em tratamento para problemas de PA ou frequência cardíaca. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa humana da instituição envolvida (processo: 203/2010).

Medidas

Antropometria

O peso corporal foi medido com balança eletrônica (precisão de 0,1 kg), com os indivíduos vestindo roupas leves, sendo a altura medida com um estadiômetro de parede (precisão de 0,1 cm). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado dividindo-se o peso pelo quadrado da altura (kg/m²). Os adolescentes foram classificados em 'peso normal' ou 'sobrepeso' conforme os pontos de corte da Organização Mundial da Saúde.¹⁰ Todas as medidas antropométricas foram realizadas pelo mesmo pesquisador, seguindo as técnicas padrão. Mediu-se a circunferência abdominal com uma fita métrica inextensível, como recomendado por Taylor et al.,¹¹ considerando-se idade e sexo dos adolescentes.

Frequência cardíaca de repouso

A FCR e a PA foram avaliadas usando-se esfigmomanômetro oscilométrico (Omron HEM-742; Omron Corporation, Quioto, Kansai, Japão) validado para adolescentes.¹² Os participantes sentaram em silêncio em um quarto com as costas apoiadas em uma cadeira, com os braços flexionados em ângulo de 90°. Após 5 minutos de repouso, realizou-se a primeira aferição de FCR e, após 2 minutos, a segunda, usando-se a média das duas medidas para determinar a FCR. Tais procedimentos seguiram os padrões da *American Heart Society*.¹³ Os adolescentes localizados no quartil 4 foram classificados como tendo FCR alta, e os demais, como tendo FCR baixa.

A PA sistólica (PAS) e a PA diastólica (PAD) foram medidas concomitantemente à FCR, tendo-se usado o valor médio. Para indicar a presença de níveis altos de PA, considerou-se o percentil 95 dos pontos de corte do *National High Blood Pressure Education Program*, ajustados para percentil de idade e altura.¹⁴

A PP foi calculada como a diferença entre PAS e PAD.

Análise estatística

As características da amostra foram apresentadas como média e desvio-padrão. Como não existe nenhum ponto de corte específico para FCR e PP em adolescentes, optou-se por classificá-los no mais alto quartil como tendo possível risco para esses desfechos.

O número de adolescentes classificados de acordo com os fatores de risco foi analisado pelas médias das frequências e possíveis associações, usando-se o teste do qui-quadrado. Aplicou-se análise multivariada (regressão linear) ajustada para sexo e idade (primeiro modelo), gordura total determinada pelo IMC (segundo modelo) e gordura central (terceiro modelo). Adotaram-se o intervalo de confiança de 95% e o nível de significância de $p < 0,05$. Realizou-se toda a análise estatística com o programa SPSS v.18.0.

Resultados

Indivíduos mais jovens apresentaram valores de FCR maiores [14-15 anos = $80,3 \pm 12,0$ bpm; 16-17 anos = $76,7 \pm 12,4$ bpm ($p = 0,001$)]. Meninas apresentaram valores mais altos de

FCR ($80,1 \pm 11,0$ bpm) do que meninas ($75,9 \pm 12,7$ bpm) ($p \leq 0,001$). Valores elevados de FCR foram observados em 131 meninos (25,4%) e 231 meninas (32,2%) ($p = 0,011$). Não houve diferença no IMC entre meninos e meninas, mas os meninos com FCR alta tiveram maior IMC. Os meninos apresentaram maior circunferência abdominal do que as meninas, e os meninos com FCR alta tiveram maior circunferência abdominal. A Tabela 1 mostra as características da amostra.

Observou-se baixa correlação entre IMC e FCR ($r = 0,06$). Adolescentes com maior FCR apresentaram maior prevalência de PA alta (36,4% vs. 28,4%; $p = 0,050$). Não houve significativa diferença quanto à FCR nos adolescentes quando estratificados para o status nutricional ($p = 0,174$) ou valores de PP ($p = 0,158$). A Tabela 2 mostra a correlação da FCR com PAS, PAD e PP. Considerando a relação entre frequência cardíaca e PAS e PAD, para cada aumento de batimento cardíaco houve um aumento de 0,090-mmHg na PAS de meninos e de 0,063 mmHg na de meninas. Quanto à PAD, o aumento foi de 0,179 mmHg para meninos e de 0,161 mmHg para meninas.

Os modelos de regressão linear ajustados para sexo, idade, gordura total e obesidade central indicaram associação de FCR com PAS ($p \leq 0,05$) e PAD ($p \leq 0,05$) para ambos os sexos, e com PP ($p = 0,05$) apenas para meninos (Tabelas 3 e 4).

Discussão

Os resultados deste estudo indicam que adolescentes com valores mais altos de FCR apresentam maiores níveis de PAS e PAD. A FCR elevada associou-se com valores maiores de PAS e de PAD em meninos e meninas, mas relacionou-se inversamente com a PP apenas em meninos.

Os resultados deste estudo concordam com os de Liu et al.,¹⁵ que, avaliando mais de 8.000 indivíduos de diferentes países, com idade de 48-56 anos, relataram associação entre valores altos de FCR e níveis altos de PA. Achados semelhantes foram observados por Kwok et al.,⁴ que avaliaram a relação entre valores elevados de FCR e de PA em jovens chineses. Confirmando nosso estudo, Fernandes et al.³ demonstraram relações similares em 356 adolescentes do sexo masculino.

Mesmo após controle para diferentes variáveis nos estudos citados, altos níveis de PA associaram-se com FCR alta. Uma razão é que frequência cardíaca, PAS e PAD são moduladas pelo sistema nervoso central através de atividade simpática no coração e nos vasos.¹⁶

A PP é um indicador de rigidez arterial em diferentes artérias, tendo sido relacionado com o processo aterosclerótico.¹⁷ Segundo os resultados deste estudo, a FCR correlacionou-se com a PP apenas nos adolescentes masculinos, o que está de acordo com o relato de Song et al.¹⁸ em uma amostra representativa de adolescentes coreanos. Um possível mecanismo é o fato de que a PP é um indicador de rigidez arterial, contribuindo para alterações da frequência cardíaca mediadas por aumento da velocidade da onda de pulso da aorta para os vasos periféricos; nesse caso, quanto maior a velocidade da onda anterógrada, maior a onda retrógrada sucessiva, causando sobrecarga cardiovascular.¹⁹

Outro fator a se considerar neste estudo é a relação entre obesidade e frequência cardíaca aumentada. Em um estudo com mais de 30.000 jovens, Babba et al.²⁰ relataram a forte associação entre FCR e obesidade, assim como o aumento dos valores médios de frequência cardíaca conforme a intensidade da obesidade. O tecido adiposo libera várias substâncias, como adiponectina, que poderiam contribuir para as alterações no sistema nervoso simpático e a diminuição do sistema nervoso parasimpático,²¹ elevando os valores da FCR. Logo, obesidade é um importante fator de confusão a se considerar nessas análises. A correlação entre FCR e PP permaneceu significativa após ajuste para idade, idade + IMC, e idade + IMC + circunferência abdominal nos indivíduos do sexo masculino, sugerindo uma relação independente entre PP e FCR. Um estudo anterior¹⁶ não mostrou correlação entre massa de gordura total e variáveis cardiovasculares (volume sistólico, PAS e FCR) em adolescentes masculinos, ao contrário da gordura abdominal. Por outro lado, em adolescentes femininas, as relações são inversas, com variáveis cardiovasculares (volume sistólico, PAS e FCR) diretamente relacionadas com a massa de gordura total e não relacionadas com a circunferência abdominal.¹⁸

Tabela 1 – Características dos participantes por sexo e frequência cardíaca de repouso (FCR)

	Meninos (n = 515)		Meninas (n = 716)	
	FCR normal	FCR alta	FCR normal	FCR alta
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)
Idade (anos)	15,5 (1,1)	15,2 (1,1)	15,7 (0,9)	15,3 (1,0)
Peso (kg)	64,1 (12,7)	66,5 (16,8) ^{a,b}	56,9 (11,5)	56,5 (11,3)
Altura (cm)	173,2 (8,3)	171,1 (9,5) ^a	162,4 (6,7)	162,1 (6,6)
IMC (kg/m ²)	21,2 (3,4)	22,6 (5,2) ^b	21,5 (3,7)	21,5 (3,9)
CA (cm)	74,1 (8,8)	77,9 (12,2) ^{a,b}	70,5(8,8)	70,5 (8,4)
PAS (mmHg)	119,7 (10,7)	121,9 (12,4) ^{a,b}	110,0 (3,7)	113,2 (3,9) ^b
PAD (mmHg)	63,4 (7,5)	67,5 (8,4) ^b	64,2 (7,4)	66,8 (7,8) ^b
PP	56,2 (9,5)	54,4 (9,9) ^a	45,8 (7,0)	46,4 (7,4)

Diferença entre grupos avaliada com ANOVA de duas vias; a: $p < 0,05$ para a diferença entre meninos e meninas; b: $p < 0,05$ para a diferença entre FCR alta e FCR normal; DP: desvio-padrão; kg: quilograma; cm: centímetro; IMC: índice de massa corporal; CA: circunferência abdominal; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PP: pressão de pulso.

Tabela 2 – Correlação entre frequência cardíaca de repouso (FCR) e pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e pressão de pulso (PP)

Variável independente	Correlação de Pearson (variável dependente: FCR)	
	r	Valor de p
Meninos		
PAS	0,10	≤ 0,001
PAD	0,23	≤ 0,001
PP	-0,10	0,016
Meninas		
PAS	0,19	≤ 0,001
PAD	0,24	≤ 0,001
PP	-0,01	0,658

Tabela 3 – Relação da frequência cardíaca de repouso com a pressão arterial sistólica (PAS), a pressão arterial diastólica (PAD) e a pressão de pulso (PP) em meninos

	Frequência cardíaca de repouso								
	Ajustada: idade			Ajustada: idade e IMC			Ajustada: idade, IMC e CA		
	Beta	Valor de p	IC95%	Beta	Valor de p	IC95%	Beta	Valor de p	IC95%
PAS	0,17	≤ 0,001	0,07;0,27	0,15	0,003	0,05;0,25	0,15	0,014	0,04;0,26
PAD	0,51	≤ 0,001	0,38;0,65	0,50	≤ 0,001	0,37;0,63	0,50	≤ 0,001	0,37;0,64
PP	-0,12	0,035	-0,02; -0,09	-0,15	0,011	-0,26; -0,03	-0,16	0,008	-0,27; -0,04

IMC: índice de massa corporal; CA: circunferência abdominal; IC: intervalo de confiança.

Tabela 4 – Relação da frequência cardíaca de repouso com a pressão arterial sistólica (PAS), a pressão arterial diastólica (PAD) e a pressão de pulso (PP) em meninas

	Frequência cardíaca de repouso								
	Ajustada: idade			Ajustada: idade e IMC			Ajustada: idade, IMC e CA		
	Beta	Valor de p	IC95%	Beta	Valor de p	IC95%	Beta	Valor de p	IC95%
PAS	0,23	≤ 0,001	0,15;0,32	0,24	≤ 0,001	0,15;0,33	0,24	≤ 0,001	0,16;0,33
PAD	0,40	≤ 0,001	0,29;0,51	0,40	≤ 0,001	0,30;0,51	0,41	≤ 0,001	0,30;0,53
PP	-0,03	0,534	-0,15;0,08	-0,04	0,488	-0,17;0,08	-0,05	0,438	-0,17; -0,07

IMC: índice de massa corporal; CA: circunferência abdominal; IC: intervalo de confiança.

Quanto ao sexo, o presente estudo demonstrou associação de valores elevados de FCR com altos níveis de PAS e PAD nos dois sexos. Entretanto, ao se considerar FCR e PP, tal relação foi observada apenas nos adolescentes masculinos. Diferenças na PP em meninos e meninas foram relatadas por Rosa et al.⁸ após avaliar 456 adolescentes, com valores maiores de PP observados nos adolescentes masculinos. Uma possível diferença a se considerar é a faixa etária dos alunos do presente estudo (14-17 anos), em que a menstruação é um período de intensa atividade nas meninas, devido à intensa produção hormonal,²² podendo alterar o sistema autônomo, levando às diferenças com os

meninos. Além disso, a localização da gordura corporal poderia estar relacionada a valores mais elevados de FCR. Isso foi claramente relatado por Song et al.,¹⁸ que observaram uma relação direta entre variáveis cardiovasculares (volume sistólico, PAS e FCR) e circunferência abdominal em adolescentes masculinos.

Quanto às aplicações práticas, é importante ressaltar a necessidade de condução de tais avaliações a partir de idades mais precoces, visando a prevenir doenças cardiovasculares futuras. Esfigmomanômetros oscilométricos foram usados em muitos estudos.^{4,23} Além da facilidade de seu uso, fornecem

valores de PA e frequência cardíaca que podem ser avaliados no ambiente escolar, favorecendo o controle precoce de fatores de risco.

Uma limitação deste estudo foi seu desenho transversal, que não permite avaliar possíveis relações de causa e efeito. A frequência cardíaca e a PA foram avaliadas no mesmo dia, o que sabidamente causa superestimação de valores.²⁴ Outro aspecto limitante é o fato de que a PP foi medida indiretamente a partir dos valores de PAS e PAD, e não a partir da velocidade de onda de pulso.

Conclusões

Adolescentes masculinos com maior FCR apresentaram níveis mais altos de PAS, PAD e PP. Nas adolescentes femininas, a FCR associou-se com PAS e PAD, mas não com PP. Atividades para promoção de saúde devem ser encorajadas entre os jovens, pois os fatores de risco cardiovasculares interagem. Entretanto, características inerentes ao sexo devem ser consideradas.

Referências

1. Cooney MT, Vartiainen E, Laatikainen T, Juolevi A, Dudina A, Graham IM. Elevated resting heart rate is an independent risk factor for cardiovascular disease in healthy men and women. *Am Heart J*. 2010;159(4):612-9. e3.
2. Wang A, Chen S, Wang C, Zhou Y, Wu Y, Xing A, et al. Resting heart rate and risk of cardiovascular diseases and all-cause death: the Kailuan study. *PLoS One*. 2014;9(10):e110985.
3. Fernandes RA, Freitas Junior IF, Codogno JS, Christofaro DG, Monteiro HL, Roberto Lopes DM. Resting heart rate is associated with blood pressure in male children and adolescents. *J Pediatr*. 2011;158(4):634-7.
4. Kwok SY, So HK, Choi KC, Lo AF, Li AM, Sung RY, et al. Resting heart rate in children and adolescents: association with blood pressure, exercise and obesity. *Arch Dis Child*. 2013;98(4):287-91.
5. Rabbia F, Grosso T, Cat Genova G, Conterno A, De Vito B, Mulatero P, et al. Assessing resting heart rate in adolescents: determinants and correlates. *J Hum Hypertens*. 2002;16(5):327-32.
6. Kotsis V, Stabouli S, Papakatsika S, Rizos Z, Parati G. Mechanisms of obesity-induced hypertension. *Hypertens Res*. 2010;33(5):386-93.
7. Pierce GL, Zhu H, Darracott K, Edet I, Bhagatwala J, Huang Y, et al. Arterial stiffness and pulse-pressure amplification in overweight/obese African-American adolescents: relation with higher systolic and pulse pressure. *Am J Hypertens*. 2013;26(1):20-6.
8. Rosa ML, Fonseca VM, Oigman G, Mesquita ET. Arterial prehypertension and elevated pulse pressure in adolescents: prevalence and associated factors. *Arq Bras Cardiol*. 2006;87(1):46-53.
9. Young FL, Leicht AS. Short-term stability of resting heart rate variability: influence of position and gender. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2011;36(2):210-8.
10. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007;85(9):660-7.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa, Obtenção de dados e Análise estatística: Christofaro DGD, Casonatto J; Análise e interpretação dos dados, Redação do manuscrito e Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Christofaro DGD, Casonatto J, Vanderlei LCM, Cucato GC, Dias RMR.

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.

11. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(2):490-5.
12. Christofaro DG, Fernandes RA, Gerage AM, Alves MJ, Polito MD, Oliveira AR. Validation of the Omron HEM 742 blood pressure monitoring device in adolescents. *Arq Bras Cardiol*. 2009;92(1):10-5.
13. 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.
14. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 2004;114(2 Suppl 4th Report):555-76.
15. Liu L, Mizushima S, Ikeda K, Nara Y, Yamori Y. Resting heart rate in relation to blood pressure: results from the World Health Organization-Cardiovascular Disease and Alimentary Comparison study. *Int J Cardiol*. 2010;145(1):73-4.
16. Davy KP, Hall JE. Obesity and hypertension: two epidemics or one? *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2004;286(5):803-13.
17. Strandberg TE, Pitkala K. What is the most important component of blood pressure: systolic, diastolic or pulse pressure? *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 2003;12(3):293-7.
18. Song YH, Kim HS, Park HS, Jung JW, Kim NS, Noh CI, et al. Sex differences in the relation of body composition to cardiovascular parameters and functions in Korean adolescents: a school-based study. *Obes Facts*. 2014;7(3):165-77.
19. Safar ME, Jankowski P. Central blood pressure and hypertension: role in cardiovascular risk assessment. *Clin Sci (Lond)*. 2009;116(4):273-82.

20. Baba R, Koketsu M, Nagashima M, Inasaka H, Yoshinaga M, Yokota M. Adolescent obesity adversely affects blood pressure and resting heart rate. *Circ J*. 2007;71(5):722-6.
21. Vanderlei LC, Pastre CM, Freitas Jr IF, Godoy MF. Geometric indexes of heart rate variability in obese and eutrophic children. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(1):35-40.
22. Leicht AS, Hirling DA, Allen, GD. Heart rate variability and endogenous sex hormones during the menstrual cycle in young women. *Exp Physiol*. 2003;88(3):441-6.
23. Christofaro DC, Ritti-Dias RM, Chiolerio A, Fernandes RA, Casonatto J, de Oliveira AR. Physical activity is inversely associated with high blood pressure independently of overweight in Brazilian adolescents. *Scand J Med Sci Sports*. 2013;23(3):317-22.
24. Magalhaes MG, Oliveira LM, Christofaro DC, Ritti-Dias RM. Prevalence of high blood pressure in Brazilian adolescents and quality of the employed methodological procedures: systematic review. *Rev Bras Epidemiol*. 2013;16(4):849-59.