

Disfunção autonômica cardíaca em crianças e adolescentes obesos normotensos

Cardiac autonomic dysfunction in obese normotensive children and adolescents

Isabelle Magalhães G. Freitas¹, Josiane Aparecida Miranda¹, Pedro Augusto C. Mira¹, Carla Marcia M. Lanna¹, Jorge Roberto P. Lima¹, Mateus Camaroti Laterza¹

RESUMO

Objetivo: Testar a hipótese de que crianças e adolescentes obesos normotensos apresentam disfunção autonômica cardíaca quando comparados a indivíduos não obesos também normotensos.

Métodos: Estudo transversal com 66 crianças e adolescentes, divididos nos grupos Obeso (n=31, 12±3 anos) e Não Obeso (n=35, 13±3 anos). Definiu-se a obesidade pelo índice de massa corpórea maior que o percentil 95, considerando-se idade e sexo. Aferiu-se a pressão arterial clínica por oscilometria após 15 minutos de repouso em posição supina. Registrou-se a frequência cardíaca durante dez minutos na posição supina, com respiração espontânea. Avaliou-se o controle autonômico cardíaco pela variabilidade da frequência cardíaca, calculada a partir dos cinco minutos de menor variância do sinal. Foram derivados o índice que indica a proporção do número de vezes em que os intervalos R-R normais sucessivos apresentam diferença de duração superior a 50 milissegundos (pNN50) para o domínio do tempo e, para a análise espectral, as bandas de baixa (LF) e alta (HF) frequências, além da razão entre as bandas espectrais de baixa e alta frequência (LF/HF). Os resultados apresentam-se como média±desvio padrão, sendo comparados pelo teste *t* de Student ou pelo teste U de Mann-Whitney.

Resultados: Os níveis de pressão arterial sistólica (116±14 *versus* 114±13 mmHg, *p*=0,693) e diastólica (59±8 *versus* 60±11 mmHg, *p*=0,458) foram semelhantes entre

os grupos Obeso e Não Obeso, respectivamente. O índice pNN50 (29±21 *versus* 43±23; *p*=0,015) e a banda HF (54±20 *versus* 64±14 unidades normalizadas – u.n.; *p*=0,023) foram menores no Grupo Obeso. A banda LF (46±20 *versus* 36±14 u.n.; *p*=0,023) e a razão LF/HF (1,3±1,6 *versus* 0,7±0,4; *p*=0,044) foram maiores no Grupo Obeso.

Conclusões: Crianças e adolescentes obesos, mesmo normotensos, apresentam prejuízo do controle autonômico cardíaco.

Palavras-chave: obesidade; pressão arterial; frequência cardíaca; sistema nervoso autônomo; criança; adolescente.

ABSTRACT

Objective: To test the hypothesis that obese normotensive children and adolescents present impaired cardiac autonomic control compared to non-obese normotensive ones.

Methods: For this cross-sectional study, 66 children and adolescents were divided into the following groups: Obese (n=31, 12±3 years old) and Non-Obese (n=35, 13±3 years old). Obesity was defined as body mass index greater than the 95th percentile for age and gender. Blood pressure was measured by oscillometric method after 15 minutes of rest in supine position. The heart rate was continuously registered during ten minutes in the supine position with spontaneous breathing. The cardiac autonomic control was assessed by heart rate variability, which was calculated from the five-minute minor variance

Instituição: Unidade de Investigação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício do Hospital Universitário e da Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG, Brasil

¹UFJF, Juiz de Fora, MG, Brasil

Endereço para correspondência:

Mateus Camaroti Laterza

Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Campus Universitário – Martelos

CEP 36036-900 – Juiz de Fora/MG

E-mail: mateuslaterza@hotmail.com

Fonte financiadora: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), processo número CDS-APQ-02447-10

Conflito de interesse: nada a declarar

Recebido em: 18/7/2013

Aprovado em: 21/10/2013

of the signal. The derivations were the index that indicates the proportion of the number of times in which normal adjacent R-R intervals present differences >50 milliseconds (pNN50), for the time domain, and, for the spectral analysis, low (LF) and high frequency (HF) bands, besides the low and high frequencies ratio (LF/HF). The results were expressed as mean \pm standard deviation and compared by Student's t-test or Mann-Whitney's U-test.

Results: Systolic blood pressure (116 ± 14 versus 114 ± 13 mmHg, $p=0.693$) and diastolic blood pressure (59 ± 8 versus 60 ± 11 mmHg, $p=0.458$) were similar between the Obese and Non-Obese groups. The pNN50 index (29 ± 21 versus 43 ± 23 , $p=0.015$) and HF band (54 ± 20 versus 64 ± 14 normalized units – n.u., $p=0.023$) were lower in the Obese Group. The LF band (46 ± 20 versus 36 ± 14 n.u., $p=0.023$) and LF/HF ratio (1.3 ± 1.6 versus 0.7 ± 0.4 , $p=0.044$) were higher in Obese Group.

Conclusions: Obese normotensive children and adolescents present impairment of cardiac autonomic control.

Key-words: obesity; arterial pressure; heart rate; autonomic nervous system; child; adolescent.

Introdução

A obesidade infantil⁽¹⁾ acomete cerca de 16% da população mundial com idades de seis a 19 anos⁽²⁾. No Brasil, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2010 apontam que a obesidade atinge aproximadamente 14% das crianças e 5% dos adolescentes⁽³⁾. Além de ser altamente prevalente, a obesidade em crianças e adolescentes é responsável pelo surgimento e desenvolvimento de doenças cardiovasculares^(1,2).

Nas últimas décadas, os resultados obtidos pela análise indireta da modulação autonômica cardíaca, por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), têm se associado diretamente ao prognóstico cardiovascular⁽⁴⁾. Assim, quanto menor a VFC, maior é a chance de ocorrerem eventos coronarianos⁽⁵⁾.

Além disso, alterações no controle autonômico cardíaco são descritas como características fisiopatológicas da obesidade infantil⁽⁶⁻⁸⁾. Em crianças e adolescentes obesos, observou-se redução na VFC e na modulação vagal e aumento no balanço simpato-vagal^(6,7). Essas informações sugerem, pelo menos em parte, que a disfunção autonômica cardíaca em crianças e adolescentes obesos relaciona-se à hiperativação simpática em detrimento da vagal.

Contudo, na maioria dos estudos que avaliaram a VFC, as crianças e os adolescentes obesos apresentavam níveis pressóricos significativamente maiores quando comparados a seus pares não obesos^(6,8). Tal característica hemodinâmica poderia ser causa independente para a disfunção autonômica cardíaca observada nessa população. De fato, existe associação direta entre maiores níveis de pressão arterial e piora na modulação autonômica cardíaca^(9,10). Dessa forma, para excluir o efeito da elevação da pressão arterial na modulação autonômica cardíaca, o presente estudo teve como objetivo testar a hipótese de que crianças e adolescentes obesos normotensos apresentam disfunção autonômica cardíaca quando comparados a indivíduos não obesos também normotensos.

Método

Pelo cálculo amostral baseado em artigo publicado anteriormente⁽⁶⁾, utilizando poder de 90% e erro α de 5%, constatou-se que deveriam ser recrutados no mínimo 23 indivíduos em cada grupo. Portanto, selecionaram-se 31 crianças e adolescentes obesos normotensos recrutados no Ambulatório de Obesidade e Hipertensão Infantil da Fundação Imepen de Juiz de Fora, MG, e 35 indivíduos controles não obesos recrutados na comunidade local. Todos os voluntários possuíam idade de oito e 17 anos, eram normotensos e não estavam sob uso de qualquer tipo de medicação.

Explicaram-se todos os procedimentos da pesquisa aos representantes legais e aos voluntários e, após a concordância de ambos, o termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e desenvolvida no Hospital Universitário e na Faculdade de Educação Física e Desportos da UFJF.

Como os critérios de inclusão eram obesidade ou não e normotensão, utilizaram-se os seguintes procedimentos para definir os participantes: o peso corporal e a estatura foram mensuradas por meio de balança com estadiômetro (Filizola[®]) para o cálculo do índice de massa corpórea (IMC). Calculou-se o IMC dividindo-se o peso corporal em quilogramas pela altura em metros, ao quadrado. A obesidade foi definida como IMC maior que o percentil 95, conforme a idade e o sexo⁽¹¹⁾. Mediu-se a pressão arterial no membro superior após 15 minutos em repouso na posição supina, de forma não invasiva, pelo método auscultatório, utilizando-se esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (Takaoka[®]), em dois dias distintos, anteriores ao protocolo experimental. Aplicaram-se tamanhos adequados

de manguito, considerando-se a circunferência do braço, segundo as recomendações da V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial⁽¹²⁾. Classificaram-se como normotensos os indivíduos que apresentaram a média das duas medidas da pressão arterial sistólica e diastólica inferior ao percentil 90 conforme a idade e o sexo⁽¹²⁾, sendo inferior a 120mmHg para a pressão sistólica e a 80mmHg para a diastólica. Excluíram-se os indivíduos que estavam sob uso de qualquer medicação e/ou possuíam diagnóstico médico de doença metabólica, cardiovascular ou hormonal, além da obesidade. Verificaram-se esses critérios durante consulta clínica realizada pela responsável do serviço ambulatorial.

Avaliou-se a atividade física por meio do Questionário Atividade Física Habitual, validado na população juvenil brasileira, que quantifica os minutos dedicados à prática de atividade física habitual no período de 12 meses anteriores à sua aplicação⁽¹³⁾.

Durante a investigação, aferiu-se a pressão arterial não invasiva automaticamente pelo método oscilométrico (Dixtal, DX 2020), com o manguito posicionado no membro superior direito do voluntário. Registrou-se a frequência cardíaca continuamente, na posição supina, por meio de cardiofrequencímetro (Polar®, S810i). Para avaliar o controle autonômico cardíaco, os valores pontuais dos intervalos entre cada batimento cardíaco (iRR) coletados foram direcionados ao microcomputador pela transmissão de dados do receptor de pulso para o software *Polar Precision Performance*®, utilizando-se interface de emissão de sinais infravermelhos. Todos os sinais incluídos apresentaram no máximo 3% de erro. Tais dados foram transferidos para o aplicativo Matlab, versão 6.0, para seleção automática dos cinco minutos de menor variância, por meio de rotina previamente implementada^(14,15). Realizou-se essa seleção automaticamente pela aplicação de janela móvel e o algoritmo matemático considerou apenas o trecho de cinco minutos ininterruptos do tacograma que apresentou a menor variância. Os trechos selecionados foram submetidos à análise visual e, somente na ausência de irregularidades marcantes nos intervalos R-R, foram considerados para a análise da VFC. As séries temporais com duração de cinco minutos selecionadas foram transferidas para o *software Kubios HRV Analysis*, versão 2.0⁽¹⁵⁾. Nesse aplicativo, corrigiram-se os artefatos, com filtro de nível médio do *software* e calcularam-se os índices de VFC, no domínio do tempo, com os valores dos intervalos R-R médios (MNN), em milissegundos (ms), que representa o inverso da frequência cardíaca; os valores dos desvios padrão dos

intervalos R-R normais (SDNN), em ms, que reflete a VFC; a raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre os intervalos R-R normais (RMSSD), em ms, e a porcentagem de intervalos R-R adjacentes com diferença superior a 50ms (pNN50), que refletem a modulação vagal cardíaca. Para estimar a função densidade espectral de potência pelo método não paramétrico da Transformada Rápida de Fourier⁽¹⁶⁾, removeu-se o componente de tendência da série temporal pelo método de suavização *a priori*⁽¹⁷⁾, após a interpolação por meio da *spline* cúbica, a uma frequência de 4Hz. Para a análise espectral da VFC, consideraram-se as bandas do espectro de potência de baixa frequência (LF – 0,04 a 0,15Hz), que refletem a modulação predominantemente simpática, e de alta frequência (HF – 0,15 a 0,4Hz), que refletem a modulação vagal cardíaca, expressas em potência absoluta (milissegundo ao quadrado – ms²) e em unidades normalizadas (u.n.), além da razão LF/HF, que reflete o balanço simpato-vagal.

Avaliaram-se todos os voluntários no período da tarde para evitar a influência do ciclo circadiano. Inicialmente, realizaram-se as medidas antropométricas e, após 15 minutos de repouso na posição supina, aferiu-se a pressão arterial. Em seguida, registraram-se dez minutos contínuos de frequência cardíaca para posterior cálculo da VFC.

Os dados foram expressos como média±desvio padrão. Verificou-se a normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. As possíveis diferenças entre os grupos para variáveis com distribuição normal foram analisadas pelo teste *t* de Student para amostras independentes e, para as variáveis que não apresentaram distribuição normal, pelo teste U de Mann-Whitney. Realizou-se a análise de covariância (ANCOVA) para controlar os possíveis efeitos da idade e do sexo. Para todos os testes estatísticos, considerou-se diferença significativa quando $p < 0,05$ e utilizou-se o programa *Statistica*, versão 8.0 (Statsoft, USA).

Resultados

Os resultados antropométricos, hemodinâmicos e de prática de atividade física habitual são apresentados na Tabela 1. Os grupos foram semelhantes quanto a idade, nível habitual de atividade física e, como esperado, não houve diferenças significativas nos níveis de pressão arterial sistólica e diastólica. Além disso, os níveis pressóricos encontravam-se dentro da faixa considerada ótima.

Os resultados da VFC no domínio do tempo e da frequência são mostrados na Tabela 2. Os índices MNN, SDNN e RMSSD foram semelhantes entre os grupos e o índice

pNN50 foi menor no Grupo Obeso, comparado ao Grupo Não Obeso. Quanto à VFC no domínio da frequência, as bandas espectrais LF e HF, em potência absoluta, foram semelhantes entre os grupos. Por outro lado, a banda HF (u.n.) foi significativamente menor e as variáveis LF (u.n.)

e LF/HF foram maiores no Grupo Obeso. Entre as variáveis utilizadas para ANCOVA, observou-se que a obesidade foi fator independente para os baixos valores do pNN50 e da banda HF (u.n.) e para os altos valores da banda LF (u.n.) e da razão LF/HF do Grupo Obeso (Tabela 3).

Tabela 1 - Características antropométricas, hemodinâmicas de repouso e da atividade física semanal dos grupos Obeso e Não Obeso

	Grupo Obeso	Grupo Não Obeso	Valor p
	(n=31)	(n=35)	
Idade (anos)	12±3	13±3	0,464
Sexo (masculino/feminino)	9/22	16/19	0,163
IMC (percentil)	97±1	48±26	<0,001
PAS (mmHg)	116±14	114±13	0,693
PAD (mmHg)	59±8	60±11	0,458
PAM (mmHg)	78±10	78±11	0,765
FC (bpm)	78±9	74±11	0,103
AF semanal (minutos/semana)	238±193	322±232	0,086

Os dados são expressos como média±desvio padrão da média. IMC: índice de massa corpórea; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: pressão arterial média; FC: frequência cardíaca; AF semanal: escore de atividade física semanal

Tabela 2 - Variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo e da frequência entre os grupos Obeso e Não Obeso

	Grupo Obeso	Grupo Não Obeso	Valor p
	(n=31)	(n=35)	
MNN (ms)	775±92	826±143	0,093
SDNN (ms)	49±21	55±21	0,212
RMSSD (ms)	56±28	69±32	0,086
pNN50 (%)	29±21	43±23	0,015
LF (ms ²)	969±849	915±869	0,842
HF (ms ²)	1.582±1.846	1.691±1.420	0,345
LF (u.n.)	46±20	36±14	0,023
HF (u.n.)	54±20	64±14	0,023
LF/HF	1,3±1,6	0,7±0,4	0,044

Os dados são expressos como média±desvio padrão da média. MNN: duração média dos intervalos R-R normais; ms: milissegundos; SDNN: desvio padrão dos intervalos R-R normais; RMSSD: raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre os intervalos R-R normais sucessivos; pNN50: proporção do número de vezes em que os intervalos R-R normais sucessivos apresentam diferença de duração superior a 50ms; LF: banda espectral de baixa frequência; ms²: potência absoluta (milissegundos ao quadrado); HF: banda espectral de alta frequência; u.n.: unidades normalizadas; LF/HF: razão entre as bandas espectrais de baixa e alta frequência

Tabela 3 - Análise de covariância sobre a variabilidade da frequência cardíaca

Variáveis	pNN50 (%)		LF (u.n.)		HF (u.n.)		LF/HF	
	F	Valor p	F	Valor p	F	Valor p	F	Valor p
Grupo Obeso	4,73	0,034	4,11	0,047	4,11	0,047	4,60	0,034
Idade (anos)	0,04	0,834	0,01	0,942	0,01	0,944	0,03	0,857
Sexo (M/F)	1,98	0,165	2,31	0,134	2,31	0,134	1,10	0,297

pNN50: proporção do número de vezes em que os intervalos R-R normais sucessivos apresentam diferença de duração superior a 50ms; LF: banda espectral de baixa frequência; u.n.: unidades normalizadas; HF: banda espectral de alta frequência; LF/HF: razão entre as bandas espectrais de baixa e alta frequência; F: estatística F do teste; M: masculino; F: feminino

Discussão

O principal achado do presente estudo é que crianças e adolescentes obesos normotensos apresentam comprometimento da modulação autonômica cardíaca, quando comparados a seus pares não obesos também normotensos. O índice pNN50 e a banda HF (u.n.), que indicam a modulação vagal cardíaca, foram menores nos indivíduos obesos. Além disso, a banda LF (u.n.), que reflete a modulação predominantemente simpática cardíaca, e a razão LF/HF, indicativa do balanço simpato-vagal, mostraram-se elevadas no Grupo Obeso. Todos os resultados foram independentes dos efeitos da idade e do gênero.

A associação positiva entre obesidade e níveis pressóricos elevados tem sido relatada consistentemente⁽¹⁸⁾, sendo que essas alterações hemodinâmicas são explicadas principalmente pela hiperatividade do sistema nervoso simpático⁽¹⁹⁾. Portanto, há claras evidências de que o ganho excessivo de peso corporal pode provocar alterações hemodinâmicas e deficiência no controle autonômico^(19,20). Nesse sentido, Guízar *et al*⁽⁸⁾ verificaram que adolescentes obesos possuem comprometimento significativo do balanço simpato-vagal, representado por elevação da razão LF/HF. Porém, neste trabalho, os adolescentes, apesar de normotensos, apresentavam níveis pressóricos significativamente maiores que seus pares não obesos. Neste estudo, também houve alteração negativa do balanço simpato-vagal por meio de maiores valores da razão LF/HF nas crianças e nos adolescentes obesos. No entanto, diferentemente do trabalho de Guízar *et al*⁽⁸⁾, no qual os níveis pressóricos já estavam elevados, nossos resultados mostram que a obesidade, por si só, foi responsável por prejudicar a modulação autonômica cardíaca de crianças e adolescentes obesos independentemente dos valores pressóricos de repouso. Isso porque os valores de pressão arterial, além de classificarem os indivíduos investigados como normotensos, foram semelhantes entre o Grupo Obeso e Não Obeso.

Não há dúvidas de que o prejuízo do controle autonômico cardíaco adicionalmente à elevação da pressão arterial esteja presente na obesidade. No trabalho de Riva *et al*⁽⁶⁾, além do balanço simpato-vagal comprometido, os adolescentes obesos também apresentaram modulação vagal significativamente reduzida, representada por menores valores do índice pNN50. Dessa forma, ao se considerarem os achados desses pesquisadores⁽⁶⁾ juntamente com os resultados do presente estudo, verifica-se que a disfunção autonômica observada

na obesidade pode se caracterizar por ativação simpática em detrimento da atuação vagal. Concordando com tais achados, Kauffman *et al*⁽²¹⁾ verificaram, em adolescentes obesos, que a banda HF em u.n. relacionada à modulação vagal estava reduzida, enquanto a banda LF em u.n. e a razão LF/HF estavam aumentadas. Além disso, esses autores notaram que o prejuízo no controle autonômico cardíaco na obesidade infantil associa-se aos níveis de leptina, à resistência insulínica, ao aumento do estresse oxidativo e da inflamação, sendo que essa relação é mediada primariamente pelo tecido adiposo.

A razão LF/HF tem sido proposta por ser uma medida acurada do balanço simpato-vagal sobre o coração. Assim, valores elevados dessa razão podem indicar maior modulação simpática sobre o sistema cardiovascular^(22,23). De fato, no presente estudo, o Grupo Obeso normotenso apresentou maior valor da razão LF/HF, comparado ao Grupo Não Obeso, o que indica que o tecido adiposo é um dos responsáveis pelo aumento no estímulo simpático, embora outros mecanismos também possam estar relacionados. Confirmando a representação fisiológica de LF/HF, as componentes espectrais das bandas LF e HF, em u.n., revelam a atuação balanceada dos dois ramos do sistema nervoso autônomo no controle dos batimentos cardíacos⁽²²⁾. A existência de relação linear entre as mudanças da banda LF (u.n.) e da frequência cardíaca durante testes incrementais de manobra postural ortostática já foi demonstrada, reforçando a ideia de que acréscimos nos valores espectrais desse índice indicam possível aumento da atuação simpática sobre o coração⁽²⁴⁾. Dessa forma, mais uma vez, nossos resultados confirmaram o predomínio da modulação simpática cardíaca no Grupo Obeso, verificado pelos valores significativamente elevados de LF (u.n.) desses indivíduos quando comparados aos não obesos. Consequentemente, no presente estudo, observou-se o prejuízo da atuação vagal cardíaca nos indivíduos obesos por meio da HF (u.n.) reduzida.

Apesar de não ter sido objeto de estudo neste trabalho, alguns mecanismos neuro-humorais podem explicar a disfunção autonômica cardíaca observada na obesidade. Dentre eles, merecem destaque elevações nos níveis de insulina, leptina, citocinas pró-inflamatória, estresse oxidativo e catecolaminas^(25,26). Tais mecanismos são responsáveis pela hiperativação simpática observada nos indivíduos obesos⁽¹⁹⁾ e, dessa forma, é possível especular que as crianças e os adolescentes investigados também já possam apresentar alterações nesse sentido.

A detecção de disfunção autonômica em crianças e adolescentes ressalta a presença de maior risco cardiovascular

associado à obesidade infantil e, principalmente, às consequências de aumento da morbimortalidade na vida adulta⁽¹⁾. Esses resultados alertam sobre a necessidade de ações que busquem a atuação precoce e evitem a evolução para complicações cardiovasculares. Programas de educação em saúde, além de medidas intervencionistas, como mudanças no estilo de vida que envolvam a adoção de dieta equilibrada e prática de atividade física regular, devem ser executados por equipes multiprofissionais para prevenir e tratar a obesidade infantil.

Uma limitação do presente estudo é o fato de não ter sido realizada alguma medida do estado maturacional dessas crianças e adolescentes. Com o conhecimento de que o estado

maturacional é influenciado por idade e sexo, conduziu-se a ANCOVA para controlar os possíveis efeitos dessas variáveis. Nossos resultados mostraram que as crianças e adolescentes obesos apresentaram o índice pNN50 e a banda HF em u.n. reduzidos e a banda LF em u.n. e a razão LF/HF aumentadas independentemente da idade e do sexo. Portanto, mesmo que o nível maturacional não tenha sido avaliado, é improvável que esse fator esteja influenciando nossos resultados.

Pode-se concluir que crianças e adolescentes obesos, mesmo normotensos, apresentam disfunção do controle autonômico cardíaco quando comparados a seus pares não obesos também normotensos.

Referências bibliográficas

- Klein S, Burke LE, Bray GA, Blair S, Allison DB, Pi-Sunyer X *et al*. Clinical implications of obesity with specific focus on cardiovascular disease: a statement for professionals from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: endorsed by the American College of Cardiology Foundation. *Circulation* 2004;110:2952-67.
- Allcock DM, Gardner MJ, Sowers JR. Relation between Childhood Obesity and Adult Cardiovascular Risk. *Int J Pediatr Endocrinol* [serial on the Internet] 2009;2009:10 [cited 2013 Aug 29]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19956748>
- Brasil - Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE; 2010.
- Kotecha D, New G, Flather MD, Eccleston D, Pepper J, Krum H. Five-minute heart rate variability can predict obstructive angiographic coronary disease. *Heart* 2012;98:395-401.
- Tsuji H, Venditti FJ Jr, Manders ES, Evans JC, Larson MG, Feldman CL *et al*. Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort. The Framingham Heart Study. *Circulation* 1994;90:878-83.
- Riva P, Martini G, Rabbia F, Milan A, Paglieri C, Chiandussi L *et al*. Obesity and autonomic function in adolescence. *Clin Exp Hypertens* 2001;23:57-67.
- Rabbia F, Silke B, Conterno A, Grosso T, De Vito B, Rabbone I *et al*. Assessment of cardiac autonomic modulation during adolescent obesity. *Obes Res* 2003;11:541-8.
- Guízar JM, Ahuatzin R, Amador N, Sánchez G, Romer G. Heart autonomic function in overweight adolescents. *Indian Pediatr* 2005;42:464-9.
- Grassi G. Debating sympathetic overactivity as a hallmark of human obesity: a pro's position. *J Hypertens* 1999;17:1059-60.
- Esler M, Straznicki N, Eikelis N, Masuo K, Lambert G, Lambert E. Mechanisms of sympathetic activation in obesity-related hypertension. *Hypertension* 2006;48:787-96.
- Kuczmariski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R *et al*. CDC growth charts: United States. *Adv Data* [serial on the Internet]. 2000;(314):1-27 [cited 2013 Aug 29]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11183293>
- Sociedade Brasileira de Cardiologia; Sociedade Brasileira de Hipertensão; Sociedade Brasileira de Nefrologia. V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol* 2007;89:e24-79.
- Florindo AA, Romero A, Peres SV, Silva MV, Slater B. Development and validation of physical activity assessment questionnaire for adolescents. *Rev Saude Publica* 2006;40:802-9.
- Lopes FL, Pereira FM, Reboredo MM, Castro TM, Vianna JM, Novo Jr JM *et al*. Reduction of heart rate variability in middle-aged individuals and the effect of strength training. *Rev Bras Fisioter* 2007;11:113-9.
- Peçanha T, Prodel E, Bartels R, Nasario-Junior O, Paula RB, Silva LP *et al*. 24-h cardiac autonomic profile after exercise in sedentary subjects. *Int J Sports Med* 2014;35:245-52.
- Tarvainen MP, Niskanen JP. Kubios HRV user's guide - version 2.0. Finland: Kuptio; 2008.
- Malik M, Camm AJ. Heart rate variability. New York: Futura Publishing Company; 1995.
- Tarvainen MP, Ranta-Aho PO, Karjalainen PA. An advanced detrending method with application to HRV analysis. *IEEE Trans Biomed Eng* 2002;49:172-5.
- 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;114:555-76.
- Ribeiro MM, Trombetta IC, Batalha LT, Rondon MU, Forjaz CL, Barretto AC *et al*. Muscle sympathetic nerve activity and hemodynamic alterations in middle-aged obese women. *Braz J Med Biol Res* 2001;34:475-8.
- Kauffman CL, Kaiser DR, Steinberger J, Kelly AS, Dengel DR. Relationships of cardiac autonomic function with metabolic abnormalities in childhood obesity. *Obesity (Silver Spring)* 2007;15:1164-71.
- Autoria não referida. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J* 1996;17:354-81.
- Malliani A, Pagani M, Furlan R, Guzzetti S, Lucini D, Montano N *et al*. Individual recognition by heart rate variability of two different autonomic profiles related to posture. *Circulation* 1997;96:4143-5.
- Bootsma M, Swenne CA, Van Bolhuis HH, Chang PC, Cats VM, Brusckhe AV. Heart rate and heart rate variability as indexes of sympathovagal balance. *Am J Phys* 1994;266:H1565-71.
- Mussad S, Haynes EN. Biomarkers of obesity and subsequent cardiovascular events. *Epidemiol Rev* 2007;29:98-114.
- Hajer GR, van Haeften TW, Visseren FL. Adipose tissue dysfunction in obesity, diabetes, and vascular diseases. *Eur Heart J* 2008;29:2959-71.