

Ajustes Autonômicos Cardíacos Durante Teste Barorreflexo em Pré-Adolescentes Obesos e Não Obesos

Cardiac Autonomic Adjustments During Baroreflex Test in Obese and Non-Obese Preadolescents

Mário Augusto Paschoal, Aline Carnio Brunelli, Gabriela Midori Tamaki, Sofia Serafim Magela

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, PUC-Campinas, Campinas, SP – Brasil

Resumo

Fundamento: Estudos recentes revelaram alterações no controle autonômico cardíaco de pré-adolescentes obesos.

Objetivo: Avaliar as respostas de frequência cardíaca e modulação autonômica cardíaca de pré-adolescentes obesos durante esforço expiratório constante.

Métodos: Estudaram-se 10 pré-adolescentes obesos e 10 não obesos com idades entre 9 e 12 anos. O índice de massa corporal dos obesos esteve entre os percentis 95 e 97 das curvas do gráfico do *National Center for Health Statistics*, enquanto o de não obesos, entre os percentis 5 e 85. Inicialmente, realizaram-se avaliações antropométrica e clínica, e as pressões expiratórias máximas foram obtidas. A seguir, os pré-adolescentes foram submetidos a um esforço expiratório constante correspondendo a 70% das pressões expiratórias máximas por 20 segundos, com registro da frequência cardíaca 5 minutos antes e depois do esforço, e durante o mesmo. A variabilidade e os valores de frequência cardíaca foram analisados em um *software*.

Resultados: Os índices da variabilidade da frequência cardíaca não diferiram ao serem comparados antes e depois do esforço expiratório constante intra- e intergrupos. Os valores da frequência cardíaca diferiram ($p < 0,05$) durante o esforço, sendo a variação total nos não obesos de $18,5 \pm 1,5$ bpm e nos obesos, $12,2 \pm 1,3$ bpm.

Conclusão: A modulação autonômica cardíaca não diferiu entre os grupos antes e depois do esforço expiratório constante. No entanto, o grupo de obesos mostrou menor resposta cardiovascular ao estímulo barorreceptor durante o esforço, o que sugere menor sensibilidade autonômica barorreflexa. (Arq Bras Cardiol. 2016; 106(4):297-303)

Palavras-chave: Frequência Cardíaca/fisiologia; Sistema Nervoso Autônomo/fisiopatologia; Obesidade; Barorreflexo; Esforço Físico; Adolescentes.

Abstract

Background: Recent studies have shown changes in cardiac autonomic control of obese preadolescents.

Objective: To assess the heart rate responses and cardiac autonomic modulation of obese preadolescents during constant expiratory effort.

Methods: This study assessed 10 obese and 10 non-obese preadolescents aged 9 to 12 years. The body mass index of the obese group was between the 95th and 97th percentiles of the CDC National Center for Health Statistics growth charts, while that of the non-obese group, between the 5th and 85th percentiles. Initially, they underwent anthropometric and clinical assessment, and their maximum expiratory pressures were obtained. Then, the preadolescents underwent a constant expiratory effort of 70% of their maximum expiratory pressure for 20 seconds, with heart rate measurement 5 minutes before, during and 5 minutes after it. Heart rate variability (HRV) and heart rate values were analyzed by use of a software.

Results: The HRV did not differ when compared before and after the constant expiratory effort intra- and intergroup. The heart rate values differed ($p < 0.05$) during the effort, being the total variation in non-obese preadolescents of 18.5 ± 1.5 bpm, and in obese, of 12.2 ± 1.3 bpm.

Conclusion: The cardiac autonomic modulation did not differ between the groups when comparing before and after the constant expiratory effort. However, the obese group showed lower cardiovascular response to baroreceptor stimuli during the effort, suggesting lower autonomic baroreflex sensitivity. (Arq Bras Cardiol. 2016; 106(4):297-303)

Keywords: Heart Rate/physiology; Autonomic Nervous System/physiopathology; Obesity; Baroreflex; Physical Exertion; Adolescents.

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

Correspondência: Mário Augusto Paschoal •

PUC – Campinas. Av. John Boyd Dunlop s/n, Jd. Ipaussurama. CEP 13090-950, Campinas, SP – Brasil

E-mail: fisioni@puc-campinas.edu.br, mapascka@gmail.com

Artigo recebido em 23/04/15; revisado em 29/11/15; aceito em 30/11/15.

DOI: 10.5935/abc.20160040

Introdução

Esforços expiratórios mantidos por um dado tempo contra uma pressão constante podem simular o teste funcional autonômico, conhecido por manobra de Valsalva.

A manobra de Valsalva recebeu esse nome, pois foi descrita pela primeira vez em 1704 por Antônio Maria Valsalva, que a usava como uma forma de expelir secreção mucopurulenta do ouvido médio para a nasofaringe. Após muitos anos, constatou-se que a manobra provocava oscilações autonômicas cardíacas e vasculares intermediadas pelo sistema barorreceptor.^{1,2}

Desde então, a manobra passou a ser utilizada como teste funcional autonômico cardíaco não invasivo e foi padronizada em um esforço expiratório equivalente a 40 cmH₂O, mantido entre 15 e 20 segundos.³ Durante sua execução, comumente avalia-se o comportamento da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial (PA) sistêmica em resposta a um estímulo que sensibiliza os barorreceptores, os quimiorreceptores e os receptores cardiopulmonares, excitados pela sobrecarga do sistema cardiovascular promovida pela manobra de Valsalva.⁴

A manobra de Valsalva pode ser aplicada em várias situações em que se avaliam as respostas cardiocirculatórias dependentes do reflexo barorreceptor, e pode envolver doentes e saudáveis, indivíduos em períodos pré- e pós-treinamento físico, ou em situações de estudos comparativos de modulação autonômica cardíaca entre grupos de atletas e sedentários,^{5,6} dentre várias outras possibilidades.

No entanto, é pouco aplicada em crianças e pré-adolescentes, pois a pressão expiratória exercida, segundo alguns autores, pode ser excessiva. Acredita-se que essa população tenha muita dificuldade em executar corretamente as pressões expiratórias e mantê-las pelo tempo preestabelecido, o que incentiva o desenvolvimento de estudos que abordem essa questão.¹

Por se saber que muitos trabalhos sugerem a existência de eventual disautonomia cardíaca em crianças e pré-adolescentes obesos,^{7,8} e, principalmente, em obesos mórbidos, o objetivo do presente estudo foi avaliar as respostas de FC e modulação autonômica cardíaca de pré-adolescentes obesos durante esforço expiratório constante.

A hipótese testada foi a de que esse tipo de teste funcional, por provocar uma resposta reflexa autonômica cardiorrespiratória, poderia também revelar a presença de eventuais disautonomias em crianças obesas.

Métodos

O estudo teve caráter transversal e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos do Centro de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (protocolo 0298/11).

Indivíduos estudados

Foram selecionados, 20 pré-adolescentes, que foram divididos em dois grupos, um constituído por 10 obesos sedentários (OB) e outro com 10 não obesos (NO), ambos

com idades compreendidas entre 9 e 12 anos. A amostra de 20 pré-adolescentes foi escolhida por conveniência.

Os critérios de inclusão foram: não praticar atividade física regular, não fazer uso de medicação que interferisse nos dados estudados e não apresentar alterações detectadas em exame clínico. Além disso, os 10 pré-adolescentes obesos teriam que apresentar valores de índice de massa corporal (IMC) entre os percentis 95 e 97 do gráfico do *CDC National Center for Health Statistics*,⁹ enquanto que os não obesos, entre os percentis 5 e 85 do mesmo gráfico.

Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica foi constituída pela aferição de peso e estatura, cálculo do IMC, registro dos perímetros dos segmentos corporais (braço, antebraço, coxa, perna e abdome) e avaliação da quantidade de gordura localizada (subescapular, suprailíaca, tricipital e abdominal).

Para a obtenção do peso corporal, os voluntários foram posicionados descalços em uma balança Filizola® pré-calibrada, graduada em 100 g. Nesse mesmo aparelho, por meio de uma haste metálica com valor escalar unitário em centímetros, o voluntário se dispôs em posição bípede, de costas para a toesa metálica, e o avaliador registrou sua estatura, posicionando a toesa imediatamente acima da cabeça.

Também foram registrados, por meio de uma fita antropométrica flexível, os perímetros dos segmentos corporais. As pregas cutâneas foram medidas com o plicômetro científico Premier Cescorf® (Porto Alegre, RS, Brasil), com unidades de medida apresentadas em milímetros.

Avaliação clínica

A avaliação clínica contou com uma breve anamnese para confirmação de vida sedentária. Foram feitos registros da FC e da PA. Para aferição da PA, empregou-se um esfigmomanômetro aneróide Wan Med® (São Paulo, SP, Brasil), com manguitos adequados à circunferência do braço dos voluntários.

Foram feitas também ausculta cardíaca e pulmonar de todos os participantes com estetoscópio Littmann Classic II® (EUA), segundo as técnicas amplamente descritas na literatura.

Obtenção da pressão expiratória máxima

Com a intenção de selecionar a pressão expiratória a ser empregada na resistência expiratória para estimular o reflexo barorreceptor, obteve-se, inicialmente, o valor da pressão expiratória máxima (PE_{max}) de cada voluntário. Para isso, utilizou-se um manovacuômetro analógico M-120 (Global Med®, Minas Gerais, Brasil), graduado em cmH₂O. Antes dessa avaliação, foram fornecidas todas as informações sobre a manobra que seria realizada.

A seguir, os voluntários foram posicionados sentados, portando um clipe fixado em suas narinas, para evitar escape aéreo. Em seguida, receberam orientações para inspirar profundamente pela boca e, logo após, expirar bruscamente e o mais forte que pudessem contra a resistência do manovacuômetro.

Essa manobra foi realizada três vezes, com intervalos de 1 minuto. Ao seu término, o clipe nasal foi retirado, e o voluntário descansou por 5 minutos. O maior valor das três intervenções foi selecionado para o cálculo do esforço que seria feito pelo voluntário ao executar a manobra de resistência expiratória.

Para essa finalidade, calculou-se o valor de 70% da PEmax apresentada pelo voluntário como o valor a ser empregado durante o teste. Essa porcentagem foi selecionada a partir de cálculos prévios feitos em estudos-piloto mostrando que, nessa intensidade de esforço expiratório, as respostas cardiocirculatórias não são prejudicadas, e os voluntários conseguem manter a pressão expiratória com baixa oscilação durante os 20 segundos do teste.

Após 5 minutos da última aferição da PEmax, iniciou-se a preparação do voluntário para a realização do teste de esforço expiratório. Para isso, um cinto registrador dos batimentos cardíacos foi fixado ao tórax, para que o cardiofrequencímetro Polar S180® (Kempele, Finlândia) registrasse os batimentos cardíacos. Esse aparelho é constituído por um cinto com um sistema de elástico preso às costas e de um relógio de pulso por meio do qual os batimentos cardíacos são registrados. Os batimentos cardíacos registrados foram, posteriormente, direcionados a um computador, com uma interface IR e, por meio do software *Polar Precision Performance*® (Kempele, Finlândia), calcularam-se os valores de FC durante a manobra, além dos índices da variabilidade da FC (VFC).

Execução do teste de esforço expiratório e estímulo ao reflexo barorreceptor

Após 5 minutos de repouso, o voluntário iniciava o teste de esforço expiratório, usando um clipe nasal. Ele inspirava profundamente pela boca e, a seguir, fazia o esforço expiratório predeterminado (70% da PEmax). Esse esforço foi ininterrupto por 20 segundos, com manutenção da pressão expiratória. Durante o esforço, para facilitar seu controle, o voluntário observou no *display* do manovacuômetro o valor de pressão expiratória que deveria ser atingido e mantido, sendo esse valor destacado em vermelho.

Os testes válidos foram aqueles nos quais a maior oscilação pressórica durante os 20 segundos foi de 5 cmH₂O. Os procedimentos foram realizados em condições de temperatura controlada em 23°C e nos mesmos momentos do dia, a fim de se evitarem influências circadianas da FC sobre a modulação autonômica.

Posteriormente, o paciente permanecia deitado por mais 5 minutos, em repouso, para registro dos batimentos cardíacos referentes à condição pós-teste.

Coleta dos dados para análise da variabilidade da FC

Antes e depois da manobra expiratória, foram registrados os batimentos cardíacos por 5 minutos, para que o balanço autonômico fosse comparado nesses dois momentos. O objetivo era saber se, após a execução do esforço expiratório, o grupo OB teria maior dificuldade do que o grupo NO em retornar ao padrão de modulação autonômica cardíaca apresentado antes do esforço.

A análise da VFC envolveu índices dos domínios do tempo e da frequência. Para o domínio do tempo, foram selecionados os seguintes índices, segundo a *Task Force*:¹⁰

- iRR: intervalos RR existentes entre cada batimento cardíaco normal;
- pNN50: porcentagem de valores dos iRR adjacentes maiores do que 50ms. Representa as influências parassimpáticas sobre os iRR, pois as ações comandadas pelo sistema nervoso parassimpático são mais rápidas do que as moduladas pelo sistema nervoso simpático e, quando são maiores do que 50ms e frequentes, podem significar maior interferência vagal sobre o funcionamento do coração;
- rMSSD: raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças entre os iRR. Da mesma forma que o pNN50, a rMSSD expressa interferências do sistema nervoso parassimpático sobre o coração e, quanto maior seu valor, maior a ação vagal sobre o coração.

Para análise da VFC no domínio da frequência, os índices selecionados foram:

- BF u.n.: componente de baixa frequência (0,04 a 0,15 Hz), cujos valores expressam o tônus simpático cardíaco, apesar de alguns autores relatarem certa influência vagal sobre tais valores. No presente estudo, os dados desse parâmetro da VFC foram normalizados (unidades normalizadas – u.n.), segundo orientações da *Task Force*,¹⁰ e apresentados em porcentagens. Os valores calculados dessa maneira expressam o porcentual de influência do componente simpático na modulação autonômica cardíaca no momento do registro dos batimentos cardíacos, levando-se em consideração a potência total do espectro após a eliminação da influência dos valores do componente frequência muito baixa (FMB), por terem menor influência em registros de curta duração;
- AF u.n.: componente de alta frequência (0,15 a 0,4 Hz), cujos valores expressam o tônus parassimpático cardíaco. Esses valores também foram normalizados segundo orientação da *Task Force*.¹⁰

Coleta dos valores de FC e cálculo dos deltas de FC 0 a 10 segundos e 10 a 20 segundos obtidos durante a expiração forçada

Os valores de FC foram registrados durante a manobra expiratória feita na intensidade de 70% da PEmax e enviados ao computador para análise. O software *Polar Precision Performance*® (Kempele, Finlândia) apresentou graficamente todo o comportamento da FC comportamento da FC antes e depois da manobra e durante a mesma. O valor imediatamente antes do início da manobra expiratória foi registrado e comparado com os valores dos momentos 0-10 segundos e 10-20 segundos da manobra. De posse desses valores, foram calculadas todas as variações de FC.

O tempo de 20 segundos se refere exatamente à duração do esforço expiratório na manobra e representa, por meio da elevação da FC nesse período, a interferência

do reflexo barorreceptor sobre a mesma. Entende-se que maiores elevações da FC podem sugerir maior sensibilidade barorreflexa e, desse modo, boa resposta do coração ao estímulo promovido pelo sistema nervoso autônomo, em resposta à provocação feita pela manobra expiratória.

Análise dos dados e abordagem estatística

A análise estatística foi realizada com o programa *Graph Pad Prism 4.0*[®] (San Diego, EUA). Os dados antropométricos e clínicos foram apresentados em tabelas com médias e desvios-padrão. Aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade dos dados e, por sua distribuição normal, empregou-se o teste *t* de Student para mostrar eventuais diferenças ($p < 0,05$) entre os grupos.

O teste Shapiro-Wilk também foi utilizado para analisar a distribuição dos dados referentes à VFC e, por terem distribuição não normal, optou-se pelo teste estatístico não paramétrico de Mann-Whitney, para comparar os índices de antes e depois da manobra expiratória. Para a comparação entre os valores de FC (pré vs. 10 segundos e 10 segundos vs. 20 segundos durante a manobra), aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis e pós-teste de Dunn. O nível de significância foi de $p < 0,05$.

Resultados

A Tabela 1 apresenta os dados antropométricos de todos os participantes do estudo, e a Tabela 2, seus dados clínicos. Os valores de peso e IMC foram maiores para o grupo de pré-adolescentes obesos, o que era esperado sendo, inclusive, parte dos critérios de inclusão para participação no estudo.

Tabela 1 - Dados antropométricos

Dados antropométricos	Não obesos (n = 10)	Obesos (n = 10)	Valor de p
Idade, anos	9,6 ± 0,5	9,5 ± 0,5	> 0,99
Peso, kg	38,8 ± 4,9	51,8 ± 4,8	0,0002
Altura, m	1,4 ± 0,07	1,4 ± 0,06	0,74
IMC, kg/m ²	18,5 ± 1,9	24,5 ± 2,0	< 0,0001
Braço, cm	22,3 ± 1,6	26,9 ± 1,5	0,0001
Antebraço, cm	19,1 ± 1,2	21,8 ± 1,0	0,0002
Coxa, cm	41,5 ± 3,8	47,2 ± 4,4	0,015
Perna, cm	28,8 ± 1,3	33,3 ± 2,5	0,0004
Abdome, cm	65,5 ± 6,4	77,7 ± 6,1	0,0021
Dobras cutâneas, mm			
Subescapular	15,5 ± 7,3	24,4 ± 7,6	0,0362
Tricipital	21,1 ± 8,2	31,1 ± 6,0	0,0098
Abdominal	27,1 ± 10,0	41,6 ± 7,0	0,0055
Suprailíaca	34,0 ± 15,8	51,6 ± 8,6	0,0066

Resultados expressos em média e desvio-padrão. IMC: índice de massa corpórea.

Todos os segmentos corporais e dobras cutâneas estudadas diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os grupos, sempre com o grupo OB apresentando valores maiores.

Apesar da obesidade, não houve diferenças clínicas relativas à FC e à PA sistólica e diastólica entre os grupos. Além disso, os parâmetros clínicos se mostraram dentro da normalidade.

Da mesma forma que aconteceu com os dados clínicos, os índices da VFC não se mostraram diferentes nas condições antes e depois da manobra expiratória, conforme mostrado na Tabela 3. Isso revela que, após o esforço, os valores da VFC que expressaram a modulação autonômica cardíaca já retornavam aos mesmos apresentados antes do referido esforço.

A Figura 1 apresenta, no formato de *boxplots*, os valores medianos dos primeiro e terceiro quartis, e os valores extremos da FC obtidos no grupo NO antes do esforço expiratório e durante o mesmo (10 e 20 segundos). Pode-se observar que a FC mostrou uma tendência de elevação desde o início até o final do esforço expiratório, conferindo a esse grupo a característica de normalidade da resposta da FC ao reflexo barorreceptor.

Em contrapartida, nas mesmas condições, o grupo OB não mostrou o mesmo comportamento da FC, conforme se observa na Figura 2. Houve elevação da FC até o 10^o segundo do esforço expiratório (FC pré comparada à FC 10 segundos), porém não houve elevação na comparação entre os valores da FC após 10 segundos do início do esforço expiratório e no 20^o segundo do esforço expiratório.

Discussão

O presente estudo, além de mostrar uma possibilidade de cálculo individual da pressão expiratória a ser aplicada durante um esforço expiratório similar ao da manobra de Valsalva, buscou avaliar se a magnitude das respostas cardiovasculares das respostas cardiovasculares ao estímulo promovido pelo reflexo barorreceptor de pré-adolescentes obesos poderia ser diferente da apresentada por um grupo controle saudável.

Nesse sentido, os principais achados, foram: o esforço expiratório correspondente a 70% da PEmax e mantido por 20 segundos, apesar de ser um pouco maior do que o proposto em outros estudos,¹ pode representar uma

Tabela 2 - Dados clínicos

Dados clínicos	Não obesos (n = 10)	Obesos (n = 10)	Valor de p
FC, bpm	93,4 ± 13,5	86,4 ± 9,6	0,42
PA sistólica, mmHg	106,6 ± 8,6	100,0 ± 7,2	0,65
PA diastólica, mmHg	56,6 ± 5,0	60,0 ± 7,0	0,07
PEmax, cmH ₂ O	80,7 ± 20,5	77,3 ± 15,9	0,43
70% PEmax, cmH ₂ O	56,4 ± 14,1	54,1 ± 11,1	0,43

Resultados expressos em média e desvio padrão. FC: frequência cardíaca; PA: pressão arterial; PEmax: pressão expiratória máxima.

Tabela 3 – Valores médios dos índices da variabilidade da frequência cardíaca obtidos antes e depois da manobra expiratória

Índices	Antes			Após		
	Não obesos (n = 10)	Obesos (n = 10)	Valor de p	Não obesos (n = 10)	Obesos (n = 10)	Valor de p
Intervalos RR, ms	664,0	655,0	0,73	673,0	678,0	0,5
pNN50, %	6,6	9,5	0,79	6,9	11,9	0,4
rMSSD, ms	40,5	52,8	0,66	43,0	50,0	0,2
BF, u.n.	58,2	37,2	0,38	59,9	47,7	0,2
AF, u.n.	41,7	62,7	0,38	40,0	52,2	0,2

pNN50: porcentagem dos valores dos iRR adjacentes maiores do que 50ms; rMSSD: raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças entre os intervalos RR; BF: componente de baixa frequência; AF: componente de alta frequência; u.n.: unidade normalizada.

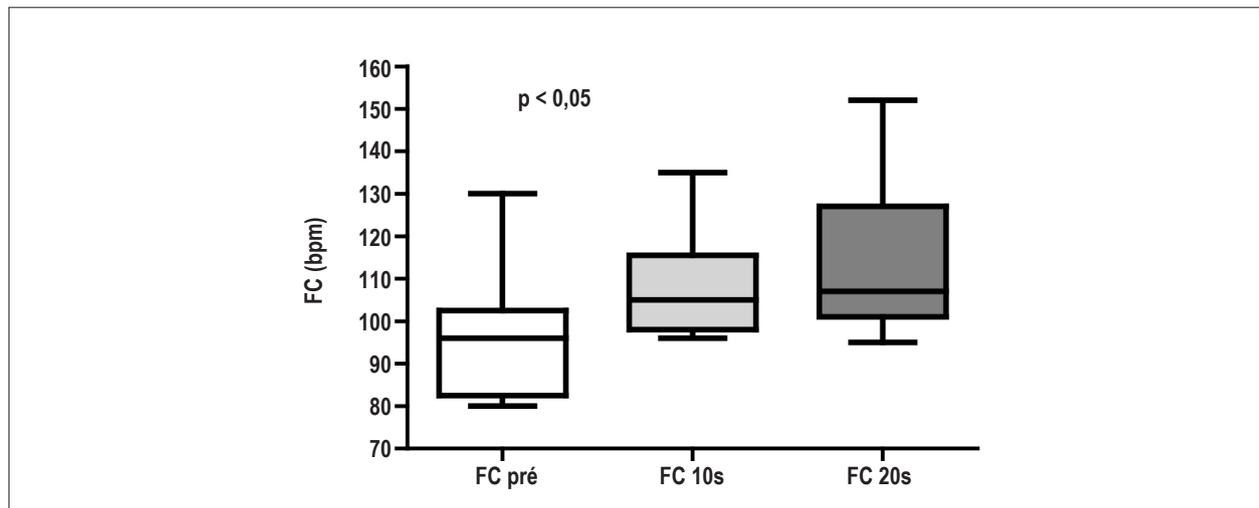


Figura 1 – Valores medianos, primeiro e terceiro quartis, e valores extremos da frequência cardíaca (FC) obtidos imediatamente antes do início do esforço expiratório (FC pré), após 10 segundos do início do esforço expiratório (FC 10s) e no 20o segundo do esforço expiratório (FC 20s), com intensidade de 70% da pressão expiratória máxima, obtidos no grupo de pré-adolescentes não obesos. Teste de Kruskal-Wallis. $p = 0,0432$ – diferença significativa entre os dados.

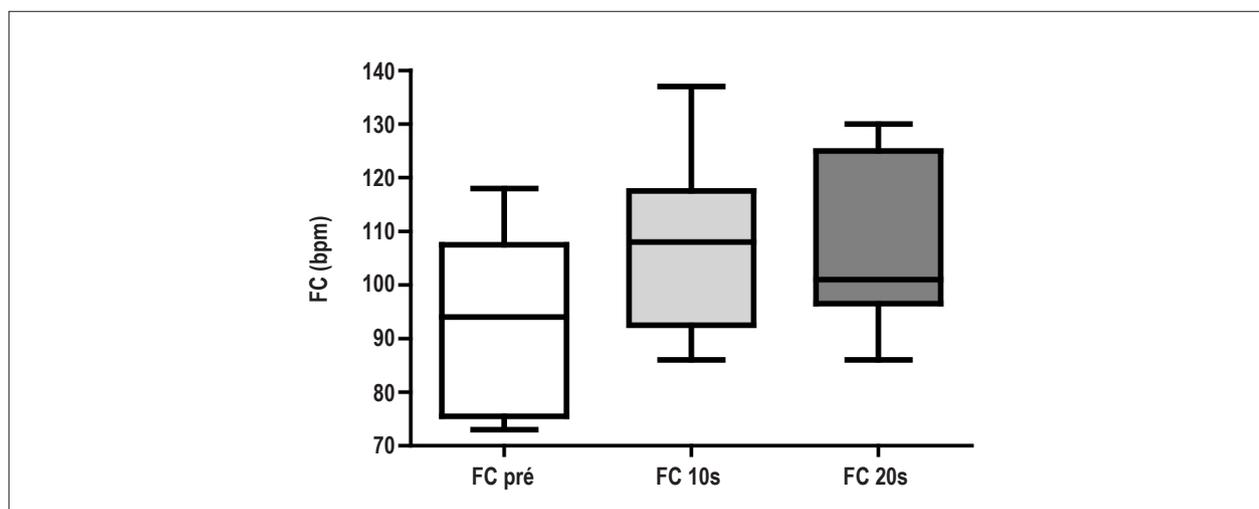


Figura 2 – Valores medianos, primeiro e terceiro quartis, e valores extremos da frequência cardíaca (FC) obtidos imediatamente antes do início do esforço expiratório (FC pré), após 10 segundos do início do esforço expiratório (FC 10s) e no 20o segundo do esforço expiratório (FC 20s), com intensidade de 70% da pressão expiratória máxima, obtidos no grupo de pré-adolescentes obesos. Teste de Kruskal-Wallis; $p = 0,1332$ – sem diferença significativa entre os dados.

intensidade viável para ser aplicada em testes funcionais que objetivam avaliar respostas cardiovasculares frente aos estímulos promovidos pelos barorreceptores; a modulação autonômica cardíaca, que era similar nos grupos OB e NO nas condições prévias ao esforço expiratório, retornou rapidamente à sua característica após a realização do esforço; o grupo OB não mostrou a mesma magnitude de resposta da FC estimulada pelos barorreceptores apresentada pelo grupo NO, sendo esse achado o mais relevante do estudo.

A diminuição da resposta barorreflexa foi também encontrada em crianças e pré-adolescentes nos estudos de Dangardt et al.¹¹ e Lazarova et al.¹² Dado que a análise do reflexo barorreceptor é importante para a avaliação da atividade barorreflexa cardíaca, por incorporar ambos os ramos aferente e eferente simpático e parassimpático, deduz-se que sua avaliação poderia ser mais sensível do que a da VFC para identificação de disfunção autonômica cardíaca em crianças.^{11,13}

Ao começar a análise pelos valores antropométricos e clínicos, os quais poderiam suscitar indagações sobre a possibilidade de interferência nos resultados destacados acima, constatou-se que os valores médios dos segmentos corporais e das pregas cutâneas do grupo OB foram significativamente maiores, como esperado.

Certamente, esses valores contribuíram para o maior peso corporal dos obesos e sua inclusão no estudo. Importante ressaltar que se confirmou a maior medida do perímetro abdominal por parte dos obesos, região essa com relevância clínica pelo fato de se correlacionar com o maior risco de doença cardiovascular, como as coronariopatias,¹⁴ infarto agudo do miocárdio,¹⁵ e diabetes,¹⁶ podendo, inclusive, interferir nos dados da modulação autonômica cardíaca.¹⁷⁻²⁰

Os valores de PA sistólica, PA diastólica e FC não diferiram entre os grupos, sugerindo que a obesidade não interferiu nos mesmos, conforme observado em alguns trabalhos.^{15,17} Porém, há divergências sobre essa questão, pois estudos^{14,21} mostraram maiores valores de PA e FC em pré-adolescentes obesos, inclusive com relatos de aumento da rigidez vascular da artéria carótida.²²

Em suma, parece que a interferência significativa da obesidade nesses dados clínicos não envolve uma regra simples, sugerindo que aspectos, como herança genética, tempo de obesidade e presença ou ausência de sedentarismo, acham-se relacionados e merecem maior investigação.

Além disso, os valores da PEmax e os relativos a 70% da mesma não diferiram entre os grupos. Esses resultados são importantes, pois, caso diferissem, poderiam provocar indagações se não teriam sido os causadores da diferença nos dados de FC obtidos durante o esforço expiratório, conforme demonstrado em estudo realizado por nosso grupo.¹

Com relação aos índices da VFC nos domínios do tempo e da frequência, não obtivemos diferença significativa entre os grupos, nem antes e nem depois do esforço expiratório, que foram os momentos em que os batimentos cardíacos foram registrados.

No entanto, ao contrário dos nossos resultados, há investigações^{7,17} que mostram diferenças na modulação autonômica cardíaca entre pré-adolescentes obesos e não obesos, com tendência à diminuição da atividade vagal e elevação do tônus simpático cardíaco nos obesos. Outros autores já sugerem

que, nessa população, a disautonomia esteja relacionada à diminuição da atividade simpática e parassimpática.²³

A não diferença nos índices da VFC obtidos por nós, além de sugerir uma situação de normalidade do sistema nervoso autônomo na condição de repouso em ambos os grupos, contribuiu para evitar que eventuais alterações presentes no grupo OB pudessem ser consideradas responsáveis pelas diferenças nas respostas da FC, que foram documentadas durante a estimulação do reflexo barorreceptor.

O mais importante achado do presente estudo ocorreu durante a realização do esforço expiratório, que provocou o reflexo barorreceptor. Ao se analisar o comportamento da FC nos momentos de repouso pré-esforço e nos tempos 10 e 20 segundos do teste expiratório, pode-se constatar que o grupo OB não mostrou o mesmo padrão de resposta da FC apresentado pelo grupo NO, sugerindo disfunção autonômica cardíaca naquele grupo.

Normalmente, o que se documenta durante esforços expiratórios sustentados por um determinado tempo é a elevação da FC, conforme se pode constatar em estudos que utilizaram a manobra de Valsalva. Nesses trabalhos, a elevação da FC que ocorre entre o tempo 0 (início do esforço) e 10 segundos do esforço é vago-dependente – ou seja, há uma liberação vagal, que faz com que ocorra rápida elevação da FC, enquanto que a elevação nos 10 segundos finais se dá em resposta à ativação simpática arteriolar.^{1,3,8} No entanto, há autores que consideram ser metodologicamente muito difícil separar em tempos de 0 a 10 segundos e de 10 a 20 segundos a resposta da FC durante o estímulo barorreflexo promovido pelo esforço expiratório.²⁴

Levando-se em consideração esses aspectos, o que se depreende é que o grupo OB, que havia apresentado valores similares aos do grupo NO na condição de repouso, não consegue ter o mesmo desempenho cardiovascular quando estimulado por meio do reflexo barorreceptor.

No entanto, se analisarmos os valores da FC obtidos durante o esforço expiratório pela vertente de adultos, já que os parâmetros em adolescentes são raros, os deltas de FC desde o início do esforço expiratório até o final do seu 20º segundo mostraram que os obesos tiveram elevação média de 12,2 batimentos e os não obesos de 18,5 batimentos, o que representaria, para Hohnloser e Klingenheben,³ resposta cardíaca normal dos não obesos e resposta *borderline*, ou seja, no limite máximo de normalidade para os obesos.

Ainda segundo Hohnloser e Klingenheben,³ valores de deltas de FC ≥ 15 bpm significam resposta autonômica cardíaca adequada, e deltas de FC entre 11 e 14 bpm são considerados limítrofes de normalidade. Quando os deltas de FC são ≤ 10 bpm, como habitualmente ocorre em doenças como insuficiência cardíaca, diabetes, pós-infarto agudo do miocárdio e estenose mitral, a resposta é considerada anormal.

Difícilmente poderíamos, com convicção, explicar o porquê de o grupo OB não ter apresentado o mesmo desempenho mostrado pelo grupo NO, apesar de existirem estudos como os de Wieling et al.²⁵ que afirmam que alterações funcionais na alça reflexa, responsável pela regulação da atividade cronotrópica que resulte em não elevação suficiente da FC durante estímulos provocativos, poderiam sugerir disfunção autonômica.

Para Rabbia et al.,⁸ pré-adolescentes obesos tendem a apresentar disfunção simpátovagal cardíaca, que prejudica seus mecanismos de controle barorreflexo da FC – exatamente o constatado no presente estudo, cujos resultados também foram concordantes com os apresentados por Dangardt et al.¹¹

Como limitação deste estudo, apontamos o pequeno número de pré-adolescentes avaliados. Pelo que se conseguiu documentar, seria muito importante que o estudo pudesse ser refeito envolvendo maior número de participantes, a fim de que a menor responsividade barorreflexa detectada no grupo OB fosse comprovada.

Conclusão

A manobra de Valsalva, empregando resistência de 70% do valor da PEmax, pode ser utilizada na população de pré-adolescentes, para avaliar a resposta cardiovascular ao se estimular o sistema barorreceptor.

Como resultado mais importante, foi encontrado que pré-adolescentes obesos têm menor responsividade autonômica barorreflexa do que não obesos, pois

apresentaram menor resposta total de FC durante o esforço expiratório utilizado para estimular o reflexo barorreceptor.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Paschoal MA; Obtenção de dados: Brunelli AC, Tamaki GM, Magela SS; Análise e interpretação dos dados: Paschoal MA, Brunelli AC, Tamaki GM, Magela SS; Redação do manuscrito: Paschoal MA, Brunelli AC, Magela SS; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Paschoal MA, Tamaki GM.

Potencial conflito de interesse

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.

Referências

1. Paschoal MA, Donato BS, Neves FB. Proposal intensity adequacy of expiratory effort and heart rate behavior during Valsalva maneuver in preadolescents. *Arq Bras Cardiol.* 2014;103(2):146-53.
2. Felker GM, Cuculiche PS, Gheorghiane M. The Valsalva maneuver: a bedside “biomarker” for heart failure. *Am J Med.* 2006;119(2):117-22.
3. Hohnloser SH, Klingenhoben T. Basic autonomic tests. In: Malik M. *Clinical guide to cardiac autonomic tests.* London: Kluwer Academic Publishers; 1998. p.51-65.
4. Marães VRFs, Santos MDB, Catai AM, Moraes DE, Oliveira L, Gallo Jr L, et al. Modulação do sistema nervoso autonômico na resposta da frequência cardíaca em repouso e à manobra de Valsalva com o incremento da idade. *Rev bras fisioter.* 2004;8(2):97-103.
5. Kawaguchi LYA, Nascimento ACP, Lima MS, Frigo G, Paula Jr AR, Tierra-Criollo J, et al. Characterization of heart rate variability and baroreflex sensitivity in sedentary individuals and male athletes. *Rev Bras Med Espor.* 2007;13(4):207e-12e.
6. Monahan KD, Dineno FA, Tanaka H, Clevenger CM, De Souza CA, Seals DR. Regular aerobic exercise modulates age-associated declines in cardiovascular baroreflex sensitivity in healthy men. *J Physiol.* 2000;529(1):263-71.
7. Yakinci C, Mungen B, Karabiber H, Tayfun M, Evereklioglu C. Autonomic nervous system functions in obese children. *Brain Dev.* 2000;22(3):151-3.
8. Rabbia F, Silke B, Contorno A. Assessment of cardiac autonomic modulation during adolescent obesity. *Obes Res.* 2003;11(4):541-8.
9. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion and National Center for Health Statistics. Growth charts. [Accessed in 2015 Nov 10]. Available from: <http://www.cdc.gov/growthcharts>.
10. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability – Standards of measurement, Physiological Interpretation, and clinical use. *Circulation.* 1996;93:1043-65.
11. Dangardt F, Volkman R, Chen Y, Osika W, Mårild S, Friberg P. Reduced cardiac vagal activity in obese children and adolescents. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2011;31(2):108-13.
12. Lazarova Z, Tonhajzerova I, Tumkvalterova Z, Trunkvalterova Z, Hornzikova N, et al. Baroreflex sensitivity is reduced in obese normotensive children and adolescents. *Can J Physiol Pharmacol.* 2009;87(12):565-71.
13. Krontodaro K, Honzikova N, Fiser B, Novakova Z, Zavodna E, Hrstkova H, et al. Overweight and decreased baroreflex sensitivity as independent risk factor for hypertension in children, adolescents, and young adults. *Physiol Res.* 2008;57(3):385-91.
14. Petrelluzzi KFS, Kawamura M, Paschoal MA. Avaliação funcional cardiovascular de crianças sedentárias obesas e não obesas. *Rev Ciênc Méd. Campinas.* 2004;13(2):127-36.
15. Paschoal MA, Pereira MC. Modulação autonômica cardíaca nas posições supina e bipede em crianças não obesas, obesas e obesas mórbidas. *Rev Ciênc Méd. Campinas.* 2010;19(1-6):33-41.
16. Vinik AI, Maser RE, Mitchell BD, Freeman R. Diabetic autonomic neuropathy. *Diabetes Care.* 2003;26(5):1553-79.
17. Paschoal MA, Trevizan PF, Scodeler NF. Heart rate variability, blood lipids and physical capacity of obese and non-obese children. *Arq Bras Cardiol.* 2009;93(3):239-46.
18. 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.
19. Altunco ME, Basniper O, Keskin M. The use of short-term analysis of heart rate variability to assess autonomic function in obese children and its relationship with metabolic syndrome. *Cardiol J.* 2012;19(5):501-6.
20. Cole AT, Harris KC, Panagiotopoulos C, Sandor GGS, Devlin AM. Childhood obesity and cardiovascular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2013;62(15):1309-19.
21. Brunetto AF, Roseguini BT, Silva BM, Hirai DM, Guedes DP. Cardiac autonomic responses to head-up tilt in obese adolescents. *Rev Assoc Med Bras.* 2005;51(5):256-60.
22. Ozcetin M, Celikyay ZR, Celik A, Yilmaz R, Yerli Y, Erkokmaz U. The importance of carotid artery stiffness and increase intima-media thickness in obese children. *S Afr Med J.* 2012;102(5):295-9.
23. Baum P, Petroff D, Classen J, Kiess W. Dysfunction of autonomic nervous system in childhood obesity. A cross-sectional study. *Plos One.* 2013;8(1):e54546.
24. Liang F, Liu H. Simulation of hemodynamic responses on the Valsalva maneuver: an integrative computational model of the cardiovascular system and the autonomic nervous system. *J Physiol Sci.* 2006;56(1):45-65.
25. Wieling W, Borst C, Karemaker JM, Dunning AJ. Testing for autonomic neuropathy: initial heart rate response to active and passive changes of posture. *Clin Physiol.* 1985;5(Suppl5):23-7.