

Proposta de Adequação da Intensidade do Esforço Expiratório e Comportamento da Frequência Cardíaca Durante a Manobra de Valsalva em Pré-Adolescentes

Proposal Intensity Adequacy of Expiratory Effort and Heart Rate Behavior During the Valsalva Maneuver in Preadolescents

Mario Augusto Paschoal, Bruno de Sousa Donato, Flávia Baroni Neves

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, SP - Brasil

Resumo

Fundamento: Durante a manobra de Valsalva (MV), os valores de resistência expiratória utilizados por adultos são os mesmos aplicados em pré-adolescentes.

Objetivo: Analisar as respostas da frequência cardíaca (FC) de pré-adolescentes durante a MV e propor nova metodologia para eleição da resistência expiratória.

Métodos: Submeteram-se 45 pré-adolescentes com idades entre 9 e 12 anos à avaliação das pressões expiratórias máximas (PE_{máx}). Valores de 60%, 70% e 80% dessas PE_{máx} foram selecionados para ser aplicados nas MV, mantidas por 20 s. Batimentos cardíacos foram registrados antes, durante e após a manobra. Trinta dias após, todos os procedimentos foram repetidos, e os dados da primeira (A1) e da segunda (A2) avaliações foram comparados. As análises foram feitas com testes não paramétricos, destacando-se os momentos antes, durante (0-10 s e 10-20 s) e após as manobras.

Resultados: Os 45 pré-adolescentes conseguiram realizar adequadamente a manobra à resistência de 60% da PE_{máx}, enquanto apenas 38 (84,4%) e 25 (55,5%) a realizaram com resistências de 70% e 80% da PE_{máx}, respectivamente. Os deltas de FC 0-10 s e 10-20 s, calculados durante o esforço, foram significativamente maiores quanto maior foi o esforço expiratório, revelando efetiva resposta autonômica cardíaca durante a manobra. Entretanto, o estudo sugere que essas intensidades não devam ser empregadas.

Conclusão: A FC se elevou em todas as intensidades de esforço testadas durante a MV, porém somente quando foi realizada com resistência expiratória de 60% da PE_{máx} é que todos os participantes conseguiram realizá-la, sugerindo ser a intensidade ideal para ser empregada na prática clínica. (Arq Bras Cardiol. 2014; 103(2):146-153)

Palavras-chave: Criança; Fatores Etários; Frequência Cardíaca; Manobra de Valsalva; Expiração.

Abstract

Background: When performing the Valsalva maneuver (VM), adults and preadolescents produce the same expiratory resistance values.

Objective: To analyze heart rate (HR) in preadolescents performing VM, and propose a new method for selecting expiratory resistance.

Method: The maximal expiratory pressure (MEP) was measured in 45 sedentary children aged 9–12 years who subsequently performed VM for 20 s using an expiratory pressure of 60%, 70%, or 80% of MEP. HR was measured before, during, and after VM. These procedures were repeated 30 days later, and the data collected in the sessions (E1, E2) were analyzed and compared in periods before, during (0–10 and 10–20 s), and after VM using nonparametric tests.

Results: All 45 participants adequately performed VM in E1 and E2 at 60% of MEP. However, only 38 (84.4%) and 25 (55.5%) of the participants performed the maneuver at 70% and 80% of MEP, respectively. The HR delta measured during 0–10 s and 10–20 s significantly increased as the expiratory effort increased, indicating an effective cardiac autonomic response during VM. However, our findings suggest the VM should not be performed at these intensities.

Conclusion: HR increased with all effort intensities tested during VM. However, 60% of MEP was the only level of expiratory resistance that all participants could use to perform VM. Therefore, 60% of MEP may be the optimal expiratory resistance that should be used in clinical practice. (Arq Bras Cardiol. 2014; 103(2):146-153)

Keywords: Child; Age Factors; Heart Rate; Valsalva Maneuvers; Exhalation.

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

Correspondência: Mario Augusto Paschoal •

Avenida Dr. Nelson Noronha Gustavo Filho, 170 Bloco E - Prime Family Club, apt.º 62, Vila Brandina. CEP 13092-526, Campinas, SP - Brasil

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

Artigo recebido em 29/11/13; revisado em 21/3/14; aceito em 24/03/14.

DOI: 10.5935/abc.20140092

Introdução

A manobra de Valsalva (MV) recebeu esse nome porque foi descrita pela primeira vez, em 1704, por um médico italiano chamado Antônio Maria Valsalva (1666-1723), que a usava como forma de expelir secreção mucopurulenta do ouvido médio para a nasofaringe de seus pacientes^{1,2}.

No final do século XIX, constatou-se que ela provocava intensa diminuição dos ruídos cardíacos em resposta ao aumento da pressão expiratória feita com a glote fechada³.

Em 1944, foi observado que poderia servir de avaliação da função autonômica cardíaca ao ser detectada alteração na resposta cardiovascular de um paciente com insuficiência cardíaca congestiva no momento em que a realizava⁴. Desde então, faz parte de uma gama de exames não invasivos que têm por objetivo avaliar a modulação autonômica do sistema cardiovascular em doentes⁵⁻⁹, em pessoas saudáveis e em atletas^{10,11}.

A MV compreende uma abrupta e transitória elevação voluntária das pressões intratorácica e intra-abdominal provocada por um esforço expiratório equivalente a 30 ou 40 mmHg, mantido por 15 s ou 20 s contra uma resistência aplicada por um bocal acoplado a um manômetro^{6,9,12}. Sua eficácia depende de vários aspectos, como idade, sexo, posição corporal e, principalmente, intensidade do esforço expiratório¹³.

Entretanto, não há na literatura preocupação com qualquer tipo de cálculo ou regra que propicie o respeito à individualidade ou características de força dos músculos respiratórios das pessoas avaliadas, cujos aspectos poderiam interferir na magnitude das respostas cardiovasculares obtidas durante a manobra e provocar eventuais erros de interpretação dos resultados. O que se constata é que mesmo crianças e pré-adolescentes submetidos à MV a executam enfrentando pressão expiratória igual à de adultos. Talvez esse aspecto, somado à própria dificuldade da compreensão da manobra por parte de algumas crianças, resulte em limitação da aplicação da MV a essa população¹⁴.

Partindo desses pressupostos e por entender que a referida manobra é um importante teste funcional autonômico cardiovascular, mas pouco empregado em pré-adolescentes, o principal objetivo do presente estudo foi o de avaliar a resposta de FC durante a MV e propor uma adequação individualizada da intensidade do esforço a ser realizado durante a manobra.

Método

O estudo, com caráter prospectivo, foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, protocolo n.º 298/11, e atendeu às normas da declaração de Helsinque.

Seleção dos voluntários

Quarenta e cinco pré-adolescentes com idades entre 9 e 12 anos, sendo 33 do sexo masculino e 12 do sexo feminino, pertencentes a escolas públicas da região noroeste do município de Campinas (SP), foram selecionados de um universo de 75 que foram avaliados entre os anos de 2011 e

2013. Todos os responsáveis pelos voluntários deram aval às participações dos mesmos no estudo.

Como critérios de inclusão, ressalta-se que todos deveriam ser sedentários, entendido como não praticantes de atividade físico-desportiva regular há seis meses, o que fez com que 25 pré-adolescentes não pudessem participar da investigação. A opção por pré-adolescentes considerados sedentários deveu-se à preocupação de que eventuais mecanismos adaptativos fisiológicos de ordem cardiovascular resultantes da exposição a qualquer tipo de treinamento físico poderiam causar viés aos dados. Também não poderiam fazer uso de medicação que interferisse no sistema cardiovascular nem apresentar doenças que afetassem as funções cardiorrespiratórias. Esses critérios eliminaram mais cinco pré-adolescentes.

Avaliação antropométrica e clínica

Foi realizada uma avaliação antropométrica com a intenção de apresentar as características corporais dos 45 voluntários que compuseram a amostra. Registraram-se o peso e a estatura, e foi feito o cálculo do IMC (Tabela 1).

A avaliação clínica contou com anamnese, registro da frequência cardíaca (FC – cardiofrequencímetro Polar S810i®, Kempele, Finlândia) e da pressão arterial (PA – esfigmomanômetro padrão coluna de mercúrio WanMed®, São Paulo, Brasil) com manguito adaptado à circunferência do braço dos voluntários e ausculta cardíaca e pulmonar (estetoscópio Littmann Classic II SE®, Ontário, Canadá), segundo as técnicas amplamente descritas na literatura (Tabela 1).

A partir de 24 h antes do início dos procedimentos, os voluntários foram orientados para que não fizessem uso de cafeína, refrigerantes com cola nem realizassem atividade física, a não ser a ordinária do dia a dia. Toda coleta de dados foi realizada em sala climatizada com temperatura estabelecida em 23°C e no período compreendido entre 15-17 h. Também se orientou que a alimentação fosse leve e feita duas horas antes do início dos procedimentos, principalmente para aqueles cujos procedimentos fossem feitos mais próximo do horário de almoço¹⁵.

Seleção da intensidade do esforço expiratório e execução da manobra de Valsalva

A fim de se selecionarem as intensidades de esforço que seriam empregadas durante a realização da MV, todos os voluntários foram submetidos ao procedimento para a obtenção da pressão expiratória máxima (PE_{máx}). Para isso, foi utilizado um manovacuômetro (M120® – Comercial Médica, São Paulo, Brasil) com valores disponíveis entre 0 e 120 cm H₂O. Para a realização do esforço expiratório, todos foram posicionados sentados em uma cadeira com encosto, sendo os pés apoiados confortavelmente no chão.

Foi colocado um clipe nasal para evitar o escape aéreo pelas narinas e dada orientação para que inspirassem o mais profundamente possível pela boca, atingindo a máxima capacidade inspiratória, e, imediatamente após, que expirassem bruscamente, o mais forte que pudessem, através do bocal e contra a resistência do manovacuômetro^{16,17}.

Tabela 1 – Valores médios dos dados antropométricos, clínicos, de pressão expiratória máxima (PEmáx) e das porcentagens da PEmáx, obtidos nos momentos da primeira e da segunda avaliação (A1 e A2)

| Variáveis | Primeira avaliação (A1) (n = 45) | | Segunda avaliação (A2) (n = 45) | | p |
|--|----------------------------------|--------|---------------------------------|--------|----|
| Peso (kg) | 39,8 | ± 5,0 | 40,3 | ± 5,4 | ns |
| Altura (cm) | 139,5 | ± 29,0 | 140,0 | ± 29,3 | ns |
| PA sistólica (mmHg) | 107,1 | ± 4,1 | 109,2 | ± 4,3 | ns |
| PA diastólica (mmHg) | 71,5 | ± 6,6 | 70,1 | ± 5,9 | ns |
| FC (bpm) | 83,0 | ± 12,0 | 84,1 | ± 11,7 | ns |
| Pressão expiratória máxima (cm H ₂ O) | 70,1 | ± 5,7 | 70,4 | ± 5,9 | ns |
| Pressão expiratória 80% da máxima | 55,0 | ± 7,1 | 56,4 | ± 6,6 | ns |
| Pressão expiratória 70% da máxima | 51,0 | ± 5,8 | 53,1 | ± 6,3 | ns |
| Pressão expiratória 60% da máxima | 36,5 | ± 11,0 | 36,2 | ± 10,7 | ns |

PA: Pressão arterial; FC: Frequência cardíaca.

Foram feitas três aferições, sendo considerado como PEmáx o maior valor obtido a partir dessas três tentativas. Após um tempo mínimo de cinco minutos da obtenção da PEmáx, cada voluntário passou a executar a MV com as três resistências previstas, todas com o mesmo tempo de duração, estabelecido em 20 s.

Os valores percentuais da PEmáx utilizados foram 60%, 70% e 80% dessa variável, os quais seriam aplicados durante a execução das manobras. O valor relativo à porcentagem da PEmáx que deveria ser atingido pelo voluntário em cada momento do esforço já estava demarcado por uma linha vermelha feita no *display* do manovacuômetro.

O esforço foi acompanhado pelo examinador, que estava atento para eventuais oscilações na pressão, buscando estimular o voluntário a evitá-las. Porém, considerou-se como oscilação máxima válida para a aceitação da manobra quando não foi ultrapassado o valor de 5 cm H₂O, tanto para mais como para menos do valor previsto para o esforço.

Entre cada uma das manobras foi respeitado um tempo mínimo de cinco minutos para a recuperação dos voluntários, sendo que o valor da resistência aplicada durante essas avaliações não seguiu uma ordem crescente ou decrescente, sendo randomicamente selecionado.

Durante a execução das manobras, um cinto referente à monitoração dos batimentos cardíacos (cardiofrequencímetro Polar S810i®, Kempele, Finlândia) foi fixado no tórax dos voluntários para que fossem registrados os batimentos cardíacos. Os dados registrados foram enviados a um computador por meio de uma interface com sinais infravermelhos para serem processados pelo *software* Polar Precision Performance®, Kempele, Finlândia), que emitiu um gráfico do comportamento da FC (Figura 1) e um relatório de dados, também envolvendo valores de índices cardiovasculares.

Para selecionar a resistência expiratória mais adequada a futuros testes de avaliação funcional cardiovascular envolvendo a faixa etária da população estudada, foram levados em consideração aspectos como a magnitude da resposta de FC apresentada, a intensidade do esforço necessário para a manutenção da pressão expiratória por 20 s e, principalmente, o número de voluntários que conseguiram completar a manobra de forma adequada.

Replicação dos resultados

Segundo Low¹³, a MV deve ser repetida a fim de assegurar sua reprodutibilidade e a confiabilidade de seus resultados. Portanto, após finalizada a etapa anteriormente descrita, os voluntários foram orientados a voltar ao ambulatório após um mês para que novamente fossem submetidos à manobra nas mesmas intensidades de esforço preestabelecidas. Também receberam orientações para que não alterassem seus hábitos de vida e não participassem de atividades físico-desportivas regulares nesse período.

Todo o procedimento de coleta do valor de PEmáx e elaboração dos cálculos das porcentagens previstas no estudo, além da execução das manobras, foi rigorosamente repetido, sendo controlado pelo mesmo examinador que aplicou esse procedimento na fase anterior.

Os objetivos eram:

- verificar se os dados obtidos na primeira avaliação (A1) se mantinham estáveis na avaliação feita após um mês (A2);
- atender a questões essenciais em processos que envolvam novas possibilidades de propostas metodológicas em testes de avaliação, conhecidas como replicação dos resultados;
- avaliar se o efeito aprendido não interferiria nos valores obtidos.

Análise dos dados e abordagem estatística

Os dados antropométricos e clínicos foram testados por meio do teste Komolgorov-Smirnov, que revelou normalidade dos dados. Dessa forma, optou-se pelo teste *t* para a comparação dos valores dessas variáveis entre os momentos das fases A1 e A2 (Tabela 1).

Com relação aos valores de FC, eles foram analisados em três momentos. Primeiramente, foram comparados os valores de medianas dos deltas de FC nos tempos 0-10 s e 10-20 s das manobras feitas nas três intensidades de esforço expiratório, e constatou-se que os dados apresentavam distribuição não normal, sendo avaliados pelo teste de Kruskal-Wallis. O nível de significância empregado foi de $p < 0,05$ (Figura 2).

Da mesma forma, foram comparados os valores dos deltas totais (0-10 s e 10-20 s), que representaram o quanto a FC se

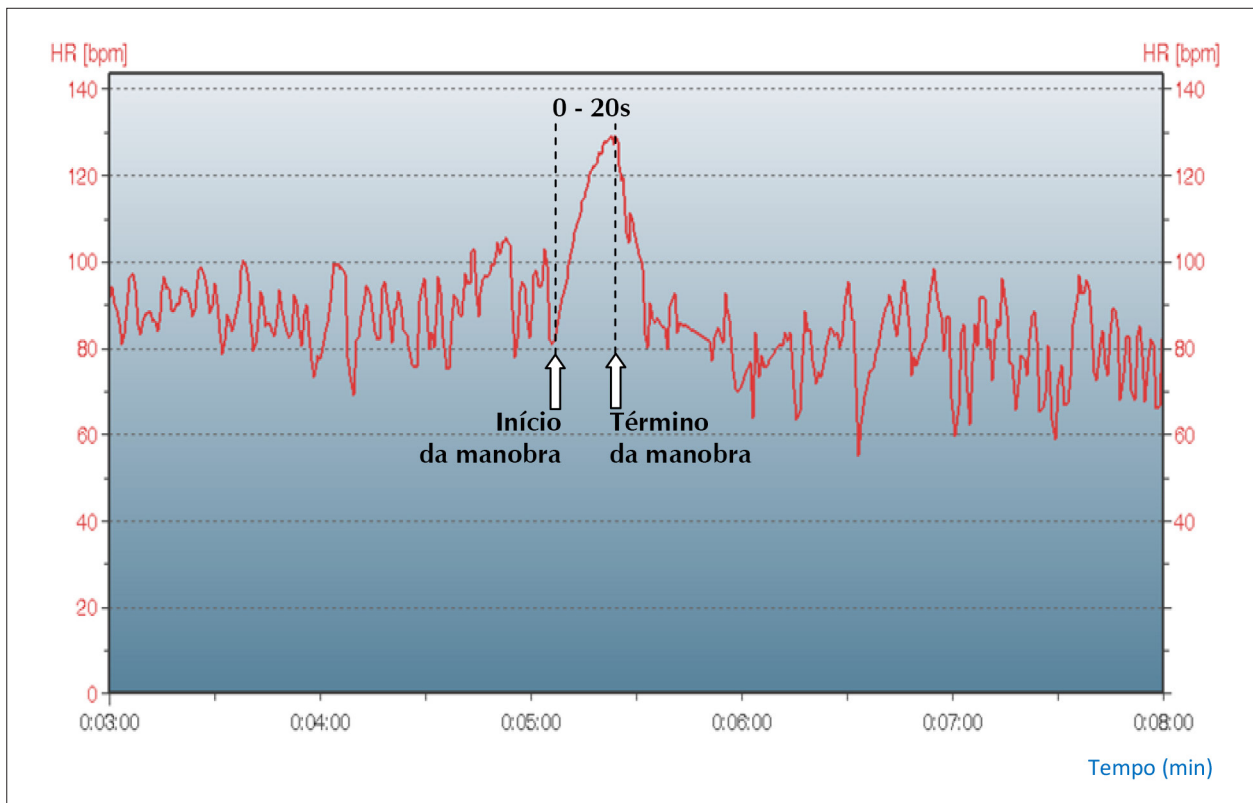


Figura 1 – Tacograma de FC (HR – bpm) durante a realização da manobra de Valsalva feita a uma resistência equivalente a 60% do valor da PEmáx em pré-adolescente de 10 anos de idade. Observar o início e o término do esforço da manobra em destaque e o respectivo tempo de 20 s de duração do esforço expiratório feito com a glote fechada. Observar, também, que após a manobra ocorreu bradicardia sinusal.

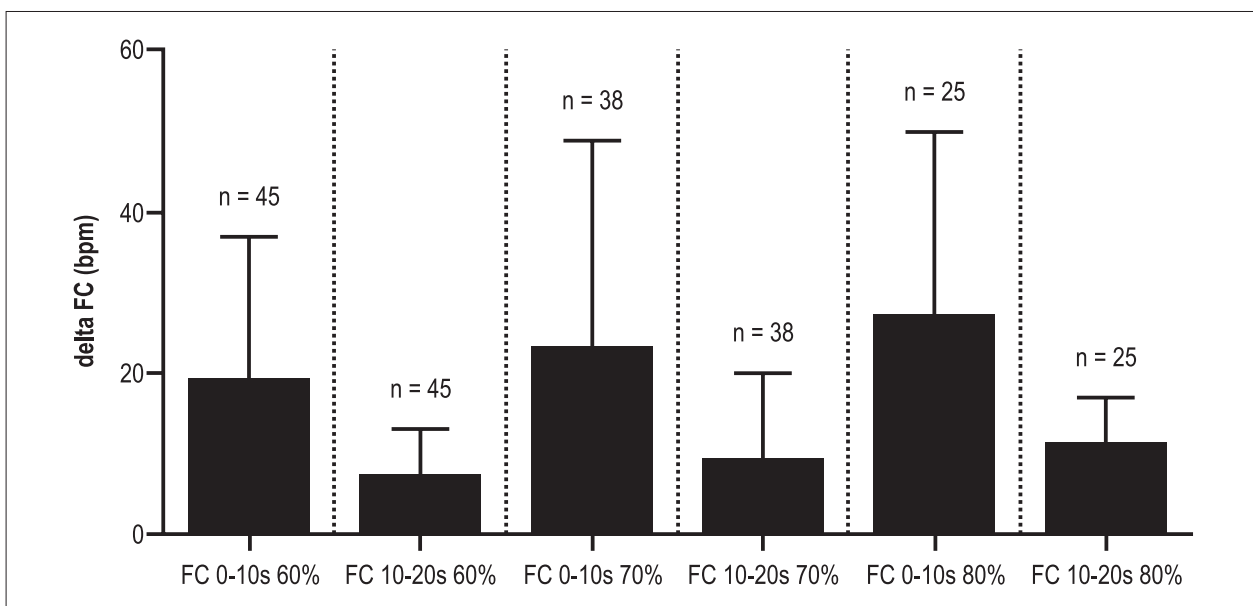


Figura 2 – Valores medianos dos deltas de FC, obtidos nos momentos 0-10 s e 10-20 s da manobra de Valsalva realizada com resistências expiratórias com valores equivalentes a 60%, 70% e 80% da PEmáx, dados obtidos durante a primeira avaliação (A1). Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre todos os valores apresentados.

elevou desde o início até o final do tempo de 20 s durante as fases A1 e A2 nas mesmas intensidades de esforço expiratório (Figura 3).

A outra análise foi feita comparando-se os valores medianos de FC dos 45 voluntários antes, durante e após a realização da MV executada a uma resistência de 60% da PEmáx, considerada a mais adequada. Para essa análise, envolvendo quatro momentos (FC pré-teste, FC 0-10 s, FC 10-20 s e FC após), foi utilizado o teste de Friedman (Figura 4).

Para a análise estatística utilizou-se o *software* Graph Pad Prism 6.0® (San Diego, Estados Unidos), e os valores de FC foram obtidos diretamente do relatório emitido pelo *software* Polar Precision Performance®.

Resultados

Na Tabela 1 são apresentados os valores antropométricos e clínicos, e constata-se que suas condições ficaram inalteradas durante os momentos A1 e A2 previstos para as coletas de dados.

Na Figura 2 são apresentados os valores medianos dos deltas de FC dos tempos 0-10 s e 10-20 s obtidos das MV feitas nas três intensidades. As medianas de FC calculadas a partir dos dados obtidos no tempo 0-10 s das manobras executadas, respectivamente, a 60%, 70% e 80% da PEmáx, foram: 19 bpm (n = 45), 23 bpm (n = 38) e 27 bpm (n = 25). Os valores das medianas de FC relativos aos tempos compreendidos entre 10 s e 20 s da manobra, com as respectivas intensidades de esforços expiratórios relatados anteriormente, foram 7 bpm (n = 45), 9 bpm (n = 38) e 11 bpm (n = 25). Todos os valores comparados se diferenciaram significativamente, representando que, quanto maior o esforço, maior a resposta de FC.

A Figura 3 mostra os valores medianos dos deltas totais (0-20 s) de FC quando o esforço expiratório foi de 60%, 70% e 80% da PEmáx, nas fases A1 e A2. Houve diferença significativa entre os dados comparados de acordo com as intensidades de esforço, mas não houve diferença entre os dados de mesmas intensidades comparados nas fases A1 e A2.

Na Figura 4, são apresentados os valores medianos de FC antes, durante (0-10 s e 10-20 s) e após a realização da MV por todos os participantes (n = 45), na intensidade de esforço expiratório feito a 60% da PEmáx. A opção de mostrar com mais detalhes as respostas da FC com a MV feita com resistência a 60% da PEmáx deveu-se ao fato de que todos os participantes a executaram com a mínima oscilação e apresentaram resposta de FC conforme é relatado na literatura sobre o assunto.

Os valores de FC se mostraram significativamente diferentes nos quatro momentos analisados ($p < 0,05$), reforçando a relevância da manobra como instrumento de avaliação da função autonômica cardíaca.

Discussão

Por sua praticidade e baixo custo, a MV é reconhecida como um procedimento amplamente empregado na avaliação da função autonômica cardiovascular, pois permite a identificação da liberação vagal, ação simpática e reativação vagal cardíaca^{6,18}.

Apesar de existirem protocolos-padrão com relação à pressão exercida na boca durante a manobra, sendo de 30 ou 40 mmHg, e o tempo de duração da mesma, que é de 15 s ou 20 s¹⁹, não são encontrados estudos que se preocupam em sistematizar um método de aplicação da MV que respeite as características individuais das pessoas de acordo com a sua capacidade de força muscular respiratória. Tampouco há preocupação com a posição corporal e o volume pulmonar anterior ao esforço expiratório, dificultando sobremaneira a comparação dos resultados colhidos em diferentes estudos^{15,20}.

Esses aspectos, relatados em investigações envolvendo adultos, tornam-se ainda mais relevantes quando as pessoas avaliadas são crianças ou pré-adolescentes, cujas intensidades de esforço expiratório não são calculadas de acordo com suas características morfofuncionais, levando-as a ser submetidas aos mesmos esforços ou aos mesmos protocolos feitos por adultos.

A presente opção pela aplicação de valores percentuais de PEmáx deveu-se ao fato de que o esforço expiratório depende, principalmente, da força gerada pelos músculos da expiração^{17,21}, e, desde que se controlem aspectos conhecidos que podem interferir nos resultados da manobra, a pessoa avaliada sempre executará um esforço adequado e equivalente às próprias forças dos músculos expiratórios.

Nesse contexto, pessoas mais fracas ou menores não teriam que fazer força muito grande para atingir e manter os valores previstos, e inapropriadamente propostos para a população geral. Igualmente, a manobra poderia até ser empregada em casos de portadores de doenças pulmonares ou outras enfermidades que pudessem interferir na força muscular respiratória, pois essas pessoas também estariam, após a avaliação da PEmáx, realizando esforços expiratórios proporcionais às suas capacidades funcionais, limitadas pelas doenças.

Um dos principais achados do estudo é que o valor de 60% da PEmáx se mostrou o mais adequado, pois nessa intensidade de esforço, além de se conseguir boa resposta de FC cuja atividade reflete a ação vagossimpática cardíaca¹⁵, todos os voluntários conseguiram realizar a manobra com mínima oscilação da pressão durante o tempo proposto, fato que ocorreu tanto em A1 como em A2.

O interessante nesse achado é que o esforço feito a 60% da PEmáx resultou em valores médios de 36,5 cm H₂O e 36,2 cm H₂O, respectivamente, para A1 e A2, valores que, em mmHg, unidade habitualmente utilizada na manobra, são equivalentes a 26,8 mmHg e 25,7 mmHg, respectivamente. Os valores obtidos no presente estudo, apesar de se mostrarem próximos aos utilizados nas MV tradicionais, são inferiores aos já propostos em alguns estudos feitos com crianças e/ou pré-adolescentes¹⁴.

Por exemplo, Van Steenwijk e cols.¹⁴ aplicaram a MV em crianças e pré-adolescentes nas duas intensidades de esforço expiratório conhecidas como padrão, que são de 30 mmHg e 40 mmHg, as quais foram mantidas pelo tempo de 15 s. Observaram que, ao fazer a manobra na intensidade de esforço de 30 mmHg, do total de 68 crianças somente 10 conseguiram executá-la com oscilação pressórica mínima, que foi considerada < 2 mmHg, sendo que no restante dos avaliados ela oscilou muito (entre 15-55 mmHg), o mesmo ocorrendo com o tempo do esforço, que variou entre 13-17 s.

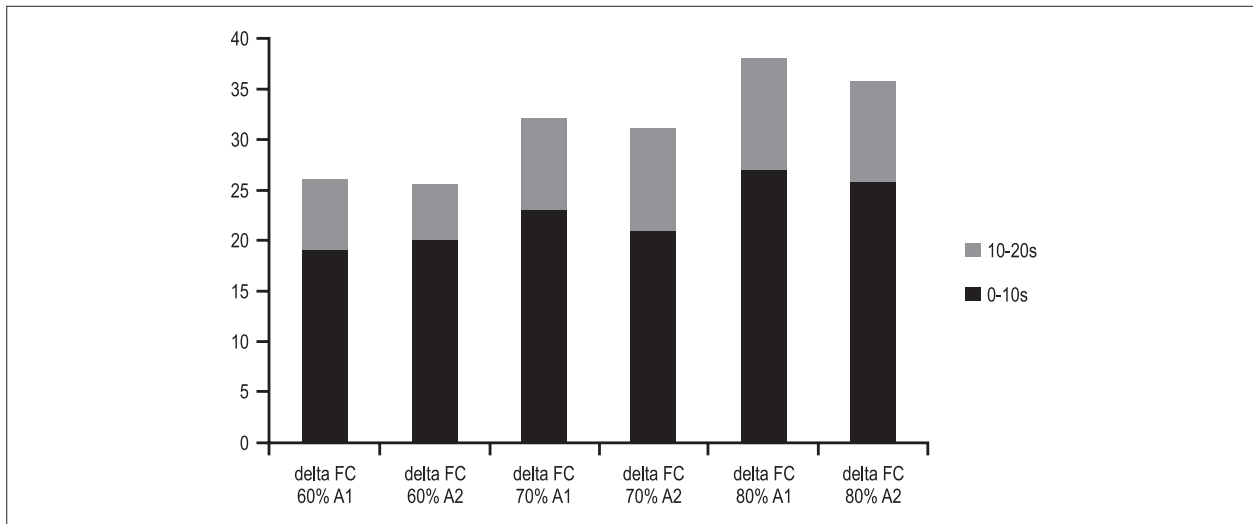


Figura 3 – Valores totais das medianas dos deltas de frequência cardíaca (0-10 s e 10-20 s) obtidos durante a realização das manobras de Valsalva feitas com resistências expiratórias de 60% (n = 45), 70% (n = 38) e 80% (n = 25) da PEmáx, comparando-se os dois momentos da coleta dos dados (A1 e A2). A1 significa a primeira avaliação, enquanto A2 é a segunda avaliação. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores de FC nas três situações (60%, 70% e 80% da PEmáx), porém não existiu diferença entre os momentos A1 e A2 relativos a cada intensidade empregada.

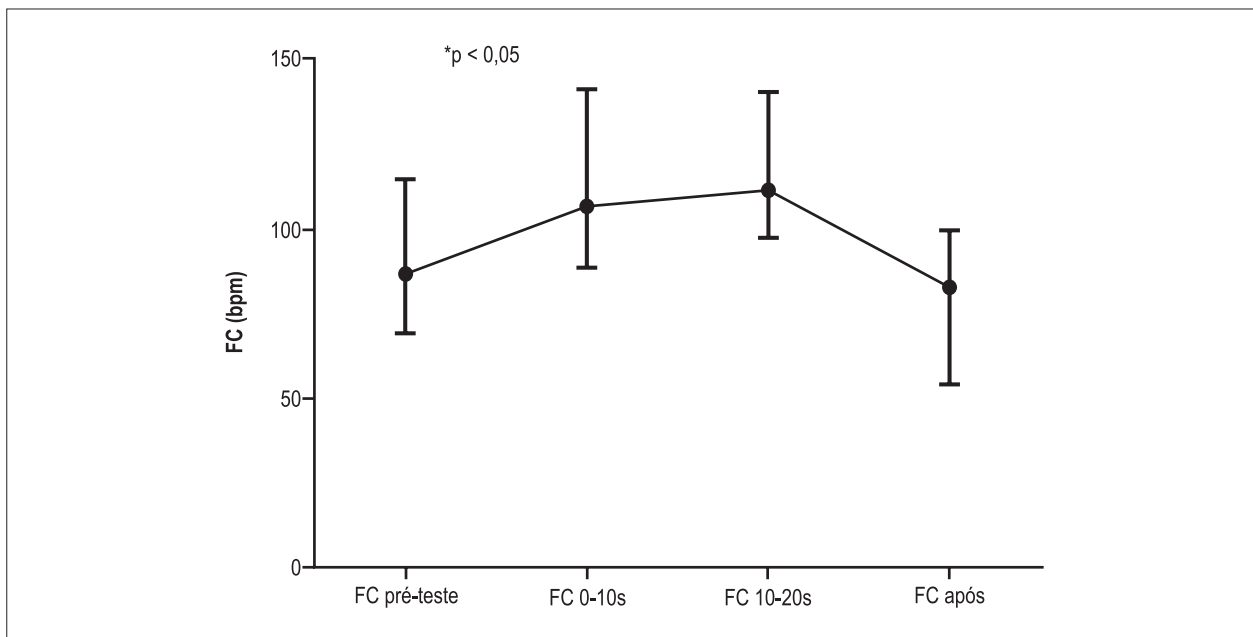


Figura 4 – Valores medianos de FC com suas maiores e menores amplitudes, obtidos antes (FC média de um minuto – FC pré-teste), durante (valores obtidos entre 0-10 s e 10-20 s) e após a manobra de Valsalva (FC média de um minuto – FC pós-teste) feita com resistência expiratória equivalente a 60% da PEmáx. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores de FC em todos os quatro momentos observados.

Durante a manobra feita com esforço expiratório de 40 mmHg, os autores constataram que apenas nove crianças conseguiram realizar a manobra com oscilação mínima do esforço.

Obviamente, ao se observarem esses resultados, o interesse em aplicar essa manobra em crianças e/ou pré-adolescentes como forma de avaliação clínica autonômica cardíaca tende a diminuir e certamente aparecem argumentações no sentido

de sua confiabilidade e exequibilidade. Em contrapartida, há o crescimento do estímulo em procurar alternativas que sejam confiáveis, de fácil aplicação e de uso irrestrito.

Com relação ao comportamento da FC durante a manobra, há que ser ressaltado que a magnitude do incremento do valor da variável, que ocorre de acordo com a intensidade de esforço (Figuras 2 a 4), é resultante do fato de que

maiores sobrecargas impostas ao sistema cardiovascular provocam maior ativação dos barorreceptores arteriais, quimiorreceptores e receptores cardiopulmonares, que estão integrados ao sistema nervoso central^{7,14}.

A ativação desses receptores promove o desencadeamento de respostas moduladoras das ações cardiovasculares, as quais são advindas da ativação do sistema nervoso simpático e parassimpático, que interfere no valor da FC documentada, o mesmo ocorrendo com a PA^{18,22}.

Na prática, convencionou-se estabelecer que a elevação da FC presente nos 10 s iniciais da manobra (delta 0-10 s) seria dependente da liberação vagal devido ao fato de as ações do sistema nervoso parassimpático cardíaco serem mais rápidas do que as do sistema nervoso simpático, enquanto nos 10 s subsequentes (delta 10-20 s da manobra) a suplementar elevação da FC seria decorrente da ativação simpática arteriolar, que também tem reflexos sobre a função cardíaca^{2,6}.

No entanto, há autores²³ que não discriminam os tempos 0-10 s e 10-20 s, como apresentado anteriormente, afirmando apenas que a elevação da FC é mediada pelo sistema nervoso autônomo. Esse sistema deve, portanto, modular as respostas cardíacas, como as da FC, de acordo com os estímulos provocados pela manobra.

Para que se tenha ideia da velocidade do reflexo ativado durante a manobra, Pickering e Davies²⁴ sugeriram que o tempo de condução do estímulo dos barorreceptores até o coração de indivíduos normais e com FC <75 bpm está por volta de 473 ms. O padrão das respostas de FC registrado permitiu inferir que ele tem característica de normalidade, pois o adequado é que haja elevação da FC praticamente durante toda a manobra (Figuras 2 e 3), seguida de importante bradicardia resultante de ativação vagal após a mesma^{6,9,15}.

Hohnloser e Klinghenben⁶ mostraram que, em adultos, deltas de FC ≥ 15 bpm obtidos durante a manobra significam respostas autonômicas cardíacas adequadas ou normais, enquanto deltas entre 11-14 bpm são considerados valores limítrofes para o estado de normalidade.

Devem ser consideradas respostas anormais quando os deltas de FC são ≤ 10 bpm, como habitualmente se encontra em patologias como insuficiência cardíaca, diabetes, pós-infarto agudo do miocárdio, estenose mitral, entre outras que causam disautonomias cardíacas⁹.

Na presente investigação, em todas as três intensidades de esforço expiratório os voluntários apresentaram valores bem superiores a 15 bpm de delta de FC (Figura 3), sugerindo que a proposta de aplicação de porcentagens da PEmáx foi eficiente no sentido de provocar adequada resposta de FC e, também, para mostrar que as pessoas avaliadas não tinham problemas de disautonomia cardíaca.

Ao observar os resultados do comportamento da FC durante o esforço expiratório feito a 80% da PEmáx (55,0 cm H₂O em A1 e 56,4 cm H₂O em A2), constata-se que houve significativa elevação da variável, inclusive sendo a elevação de maior magnitude entre as porcentagens de PEmáx empregadas. Muitos poderiam concluir, levando em consideração esse aspecto, que essa seria a resistência expiratória mais adequada a ser aplicada em futuras investigações. No entanto, sua eleição foi prejudicada pelo fato de que apenas 25 voluntários

(55,5%) conseguiram executar a manobra com oscilação mínima de 5 cm H₂O nessa intensidade de esforço expiratório.

Da mesma forma, quando a resistência expiratória foi de 70% da PEmáx (51,0 cm H₂O em A1 e 53,1 cm H₂O em A2), houve boa resposta de FC, mas 84,4% (38) dos indivíduos concluíram perfeitamente a manobra. Portanto, a manobra feita com os maiores esforços serviu para confirmar o que havia sido documentado em outros estudos^{14,15} que também revelaram maiores elevações da FC quando as resistências expiratórias eram mais elevadas.

Na Figura 4 pode-se constatar que há significativa bradicardia após a cessação do esforço expiratório. A FC que, no final do tempo de 20 s da manobra, era de 113 bpm, sofreu redução de 32 bpm após um minuto da interrupção do esforço expiratório. Apesar de estar sendo demonstrada na Figura 4 apenas a resposta de FC que ocorreu com os voluntários submetidos a resistência expiratória de 60% da PEmáx, esse padrão de resposta cardíaca também aconteceu nas demais resistências expiratórias empregadas no estudo.

A redução da FC, no referido momento da manobra, ocorre por meio de uma ação do sistema nervoso parassimpático ativado pelo reflexo barorreceptor, que é sensibilizado pela súbita elevação da PA média (*overshoot*), que acontece ao término do esforço expiratório².

Segundo Hilz e Dütsch¹⁸, a bradicardia resultante é uma medida das capacidades-tampão do sistema barorreflexo e da inervação vagal do coração. Portanto, a diminuição da FC nesse momento representa uma ação adequada e esperada para uma população saudável, como a da presente amostra, e sua análise pode ser utilizada na investigação de alterações do sistema barorreflexo e nas disautonomias vagais^{20,22}.

Como limitações, ressalta-se que os voluntários foram selecionados como sedentários a partir da aplicação de um questionário com informações obtidas junto aos seus responsáveis, não sendo aplicados testes ou exames específicos para essa confirmação, como os propostos, por exemplo, por Lubans e cols.²⁵.

Igualmente, o estudo não mostrou análise simultânea da PA batimento a batimento, o que poderia enriquecer os resultados e abrir novas possibilidades de análise. No entanto, por se objetivar a avaliação do comportamento da FC e, principalmente, por se ter avaliado pré-adolescentes, acreditou-se que métodos invasivos poderiam prejudicar o estudo e provocar interferências na FC documentada.

Como limitação final, faltaram comparações entre os resultados de FC obtidos com a metodologia proposta e a tradicional, o que provavelmente permitiria a consolidação da nova metodologia como uma medida mais adequada, com maior fidedignidade e aplicabilidade clínica.

No entanto, pode-se afirmar que as demais intensidades aplicadas no presente estudo (70% e 80% da PEmáx), por serem intensidades similares às que atualmente são aplicadas na prática clínica, já podem fornecer informações importantes de que o método tradicional de execução da manobra, além de exigir muito esforço de pré-adolescentes, tende a inviabilizar a adequada avaliação autonômica cardíaca, pois promovem muita oscilação da pressão oral e, conseqüentemente, prejuízos nos resultados obtidos.

Conclusão

Os resultados sugerem que o uso do valor de 60% da PEmáx como resistência expiratória aplicado durante a MV em pré-adolescentes é o mais adequado para a avaliação autonômica cardíaca dessa população. Além de ser uma intensidade de esforço expiratório que todos os voluntários suportaram, estimulou respostas de FC que permitiram interpretações ou análises clinicofuncionais, tanto da ação vagal como da atuação simpática cardíaca, durante a manobra.

Portanto, valores dos esforços expiratórios calculados individualmente criam condições de equilíbrio e proporcionalidade entre pessoas com diferentes biótipos e graus de força muscular respiratória, sem causar prejuízo à qualidade dos resultados ou das avaliações, além de permitir que um número altamente expressivo de pessoas possa se submeter a esse tipo de protocolo.

Referências

- Hainsworth R. The importance of vascular capacitance in cardiovascular control. *News in Physiological Science*. 1990;5:250-4.
- Xavier R, Laranjo S, Ducla-Soares E, Andrade A, Boto JP, Santos-Bento M, et al. The Valsalva maneuver revisited by wavelets. *Rev Port Cardiol*. 2008;27(4):435-44.
- Derbes VJ, Kerr A. Valsalva's maneuver and Weber's experimente. *N Engl J Med*. 1955;253(19):822-3.
- Hamilton WF, Woodbury RA, Haper HT. Arterial cerebrospinal and venous pressures in man during cough and strain. *Am J Physiol*. 1944;14:42-50.
- Felker GM, Cuculich PS, Gheorghide M. The Valsalva maneuver: a bedside "biomarker" for heart failure. *Am J Med*. 2006;119(2):117-22.
- Hohnloser SH, Klingenheben T. In: Malik M. *Clinical guide to cardiac autonomic tests*. London: Kluwer Academic Publishers; 1998. p. 51-65.
- Marães VR, Santos MD, Catai AM, Moraes FR, Oliveira L, Gallo Júnior L, et al. Modulação do sistema nervoso autonômico na resposta da frequência cardíaca em repouso e a manobra de Valsalva com o incremento da idade. *Rev Bras Fisioter*. 2004;8(2):97-103.
- Morgan-Hughes NJ, Kenny RA, Scott CD, Dark JH, McComb JM. Vasodepressor reactions after orthotopic cardiac transplantation: relationship to reinnervation status. *Clin Auton Res*. 1994;4(3):125-9.
- Vinik AI, Maser RE, Mitchell BD, Freeman R. Diabetic autonomic neuropathy. *Diabetes Care*. 2003;26(5):1553-79.
- Monahan KD, Dinunno FA, Tanaka H, Clevenger CM, De Souza CA, Seals DR. Regular aerobic exercise modulates age-associated declines in cardiovagal baroreflex sensitivity in healthy men. *J Physiol*. 2000;529(1):263-71.
- Kawaguchi LY, Nascimento AC, Lima MS, Frigo C, Paula Junior AR, Tierra-Criollo CJ, et al. Characterization of heart rate variability and baroreflex sensitivity in sedentary individuals and male athletes. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(4):207e-12e.
- Lindqvist A. Noninvasive methods to study autonomic nervous control of circulation. *Acta Physiol Scand*. 1990;588:1-107.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa, Análise e interpretação dos dados, Análise estatística e Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Paschoal MA; Obtenção de dados: Donato BS, Neves FB; Redação do manuscrito: Paschoal MA, Donato BS.

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.

- Low PA. Testing the autonomic nervous system. *Semin Neurol*. 2003;23(4):407-21.
- de Jong-de Vos van Steenwijk CC1, Imholz BP, Wesseling KH, Wieling W. The Valsalva manoeuvre as a cardiovascular reflex test in healthy children and teenagers. *Clin Auton Res*. 1997;7(4):167-71.
- Singer W, OpferGgehrking TL, McPhee BR, Hilz MJ, Low PA. Influence of posture on the Valsalva manoeuvre. *Clin Sci (Lond)*. 2001;100(4):433-40.
- Sousa RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*. 2002;28(3):S155-S165.
- Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):719-27.
- Hilz MJ, Dütsch M. Quantitative studies of autonomic function. *Muscle Nerve*. 2006;33(1):6-20.
- Eckberg DL. Parasympathetic cardiovascular control in human disease: a critical review of methods and results. *Am J Physiol*. 1980;239(5):H581-93.
- Castro LB, Nóbrega AC, Araújo CG. Testes autonômicos cardiovasculares. Uma revisão crítica. Parte I. *Arq Bras Cardiol*. 1992;59(1):75-85.
- McConnell AK, Copestake AJ. Maximum static respiratory pressures in healthy elderly men and women: issues of reproducibility and interpretation. *Respiration*. 1999;66(3):251-8.
- Nishimura RA, Tajik AJ. The Valsalva maneuver and response revisited. *Mayo Clin Proc*. 1986;61(3):211-7.
- 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.
- Pickering TG, Davies J. Estimation of the conduction time of the baroreceptor-cardiac reflex in man. *Cardiovasc Res*. 1973;7(2):213-9.
- Lubans DR, Hesketh K, Cliff DP, Barnett LM, Salmon J, Dollman J, et al. A systematic review of the validity and reliability of sedentary behaviour measures used with children and adolescents. *Obes Rev*. 2011;12(10):781-99.