

Efeito da técnica de oscilação oral de alta frequência aplicada em diferentes pressões expiratórias sobre a função autonômica do coração e os parâmetros cardiorrespiratórios

Effect of oral high-frequency oscillation technique at different expiratory pressures on heart autonomic function and cardiorespiratory parameters

Graciane L. Moreira¹, Ercy M. C. Ramos², Luiz C. M. Vanderlei², Dionei Ramos², Beatriz M. Manzano¹, Luciana C. Fosco¹

Estudo desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da FCT/Unesp – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil

¹ Fisioterapeuta; mestranda em Fisioterapia na FCT/Unesp

² Prof. Dr. do Depto. de Fisioterapia da FCT/Unesp

ENDEREÇO PARA
CORRESPONDÊNCIA

Graciane L. Moreira
R. Caetés 400 ap. 31 Jardim
Esplanada
19050-550 Presidente
Prudente SP
e-mail:
g_laenderm@yahoo.com.br

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da técnica de oscilação oral de alta frequência (com o aparelho Shaker), aplicada em diferentes pressões expiratórias (PE), sobre a função autonômica e parâmetros cardiorrespiratórios. Foram coletados dados de 20 voluntários jovens saudáveis (21,6±1,3 anos), que permaneceram em repouso inicial por 10 minutos e, em seguida, fizeram três séries de dez expirações no aparelho (com intervalo de descanso de 2 minutos entre as séries) em três diferentes PE – pressão livre (PL), de 10 (P10) e de 20 (P20) cmH₂O – permanecendo por mais 10 minutos em repouso final. Os dados foram analisados estatisticamente, com nível de significância de 5%. Após a aplicação da técnica, constatou-se diferença significativa nos índices de variabilidade da frequência cardíaca em PL e um aumento significativo na pressão arterial sistólica em P20. Na pressão arterial diastólica, frequência respiratória e saturação periférica de oxigênio não foram encontradas diferenças antes, durante e após a técnica, nas diferentes PE. A percepção do esforço aumentou significativamente ao longo das séries em PL e P20 e entre P10 e P20 em cada série. A frequência cardíaca (FC) aumentou e diminuiu em sincronia com os movimentos de inspiração e expiração, respectivamente. Foram observadas modificações na modulação autonômica do coração em PL. A aplicação da técnica nessa população, nas diferentes PE analisadas, promoveu modificações no comportamento da FC, no esforço percebido e, em PL, na modulação autonômica do coração.

DESCRIPTORES: Frequência cardíaca; Sistema nervoso autônomo; Ventilação de alta frequência

ABSTRACT: The aim of this study was to analyse the effect of oral high-frequency oscillation technique (with the Shaker device), applied at different expiratory pressures (EP), onto autonomic heart function and cardiorespiratory parameters. Data were collected from 20 young healthy volunteers (aged 21,6±1,3 years old) who remained at initial rest for 10 minutes and then performed three series of ten expirations each with the Shaker device (with rest intervals of 2 minutes between series) in three EP: free pressure (FP) and pressures of 10 (P10) and of 20 cmH₂O (P20), then remained at rest for additional 10 minutes. Data were statistically analysed, with significance level set at 5%. After the breathing technique, a statistically significant difference was noticed at heart rate variability indices at FP and a significant increase in systolic blood pressure at P20. Measures of diastolic blood pressure, respiratory frequency and peripheral oxygen saturation showed no difference before, during and after the technique at any EP. Perceived exertion increased significantly along the series at FP and P20, as well as between P10 and P20 in all series. Heart rate increased and decreased in synchronization with inspiration and expiration, respectively. The application of the technique in this population at different expiratory pressures promoted changes in heart rate behaviour, in perceived exertion and, at FP, in heart autonomic modulation.

KEY WORDS: Autonomic nervous system; Heart rate; High-frequency ventilation

APRESENTAÇÃO
out. 2008

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO
maio 2009

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, entre os métodos utilizados pela fisioterapia respiratória, as técnicas de oscilação de alta frequência associada à pressão expiratória positiva têm sido utilizadas para melhorar a depuração mucociliar em pacientes portadores de doença respiratória supurativa¹. Dentre os equipamentos que associam essas técnicas, destacam-se o Flutter VRP1 e o Shaker.

O Flutter VRP1 e o Shaker têm em seu interior um cone contendo uma esfera metálica; quando o indivíduo expulsa o ar pelo aparelho, o fluxo de ar expirado eleva a esfera, que volta a cair por ação do seu próprio peso. A sucessão rápida desses eventos promove vibração aérea no interior do aparelho, a qual é transmitida para a caixa torácica do indivíduo²⁻⁴. O Shaker é um protótipo do aparelho Flutter-VRP1, porém com um custo bem mais acessível que este.

Para a execução da técnica com esses equipamentos o indivíduo deve fazer inspiração nasal e expiração oral pelo bocal do aparelho, a qual produzirá uma pressão expiratória positiva². É sabido que o padrão respiratório tem importante influência na flutuação da pressão sanguínea, atividade do sistema nervoso autônomo (SNA) e principalmente na frequência cardíaca (FC)^{5,6}. Um meio de avaliar o comportamento autonômico é pela análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), um método simples e não-invasivo que pode ser utilizado para identificar fenômenos relacionados ao SNA⁷ tanto em indivíduos saudáveis^{8,9} quanto em portadores de doença^{10,11}. Esse método também tem sido utilizado na avaliação da função autonômica durante a aplicação de exercícios respiratórios¹² e outras técnicas da fisioterapia respiratória^{13,14}.

Adicionalmente, estudos *in vitro*^{3,4,15} demonstraram que algumas variáveis físicas do equipamento, tais como fluxo, pressão expiratória e frequência de oscilação, influenciam os efeitos gerados por ele. Entretanto, não foram encontrados na literatura estudos *in vivo* que avaliem o efeito da técnica com o equipamento ao ser executado em diferentes pressões expiratórias, nem a repercussão destas sobre a modulação autonômica do coração e o comportamento dos parâmetros cardiorrespiratórios.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo verificar, em indivíduos saudáveis, o efeito da execução da técnica com o Shaker, aplicada em diferentes pressões expiratórias, na função autonômica e no comportamento da FC, pressão arterial (PA), frequência respiratória (f), saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e percepção do esforço.

METODOLOGIA

Participaram deste estudo 20 voluntários jovens saudáveis (com média de idade 21,6±1,3 anos, 63,7±8,9 kg, 1,7±0,1 m de altura e índice de massa corporal 21,9±2,1 kg/m²), de ambos os sexos (10 homens e 10 mulheres), com padrão ativo de vida classificado de acordo com o questionário internacional de atividade física (IPAQ)¹⁶, validado para a mesma faixa etária da população incluída neste estudo¹⁷. Foram adotados como critérios de exclusão: indivíduos com distúrbios ventilatórios, fumantes e que apresentassem evidências de infecção respiratória por pelo menos 8 semanas antes do estudo.

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FCT/Unesp. Na seleção, os indivíduos foram devidamente informados sobre os objetivos e procedimentos utilizados e, após concordarem, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para sua participação no estudo.

Procedimentos

O protocolo experimental foi realizado em uma sala com temperatura ambiente entre 21°C e 24°C e umidade relativa do ar entre 50% e 60%. Os voluntários foram orientados a não consumir bebidas alcoólicas e/ou estimulantes, como café e chá, 12 horas antes do dia do experimento. Além disso, todos receberam informações sobre os equipamentos e o protocolo que seria utilizado, de modo a reduzir eventual ansiedade. Com o mesmo intuito, foi permitida a circulação de três pessoas pela sala.

Os voluntários foram submetidos a três dias de experimento, com um intervalo mínimo de 24 horas e sempre no período da tarde, de modo a considerar as influências do ciclo circadiano.

O protocolo experimental consistiu em três etapas: repouso inicial, expiração pelo Shaker e repouso final, com tempo total de 29 minutos, sob os seguintes procedimentos:

Repouso inicial: os voluntários foram confortavelmente sentados em uma cadeira; foi acoplada em seu tórax a cinta de captação e, em seu pulso, o receptor de FC (Polar Electro, Kempele, Finlândia). Simultaneamente à ativação do monitor de FC foi acionado um cronômetro para facilitar o registro dos tempos de cada etapa do protocolo. Permaneceram nessa posição por 10 minutos em respiração espontânea e, nos três minutos finais, foram verificados a PA, SpO₂, f, sendo também aplicada a escala de percepção de esforço de Borg (EB) de 6 a 20. Quanto maior o escore nesta escala, maior é o esforço percebido pelo sujeito¹⁸.

Shaker (Figura 1): após o repouso inicial, o voluntário foi posicionado para a realização da técnica com o aparelho: sentado com inclinação do tronco para frente, flexão da articulação coxofemoral a 65° e com os cotovelos apoiados na mesa. A inclinação podia ser alterada, prevalecendo aquela em que o voluntário relatasse maior efeito vibratório aéreo intratorácico. Após um comando verbal, o voluntário iniciava as expirações. Em todos os dias de experimento os voluntários fizeram três séries de 10 expirações com dois minutos de descanso entre as séries,



Figura 1 O Shaker (NCS, São Paulo, Brasil) é um equipamento portátil composto por um bocal e tampa perfurada, com cone e bola de aço inoxidável no interior. Foi acoplado, especificamente para o estudo, a um manovacuômetro.

durante o qual permaneciam sentados em respiração espontânea, sendo então verificadas apenas a f , SpO_2 e aplicada a EB.

Repouso final: terminado o Shaker, os voluntários permaneciam sentados por 10 minutos em respiração espontânea e, nos 3 últimos minutos, eram medidas a PA, SpO_2 , f e aplicada a EB.

No primeiro dia do protocolo experimental o voluntário realizou a técnica sem pressão expiratória pré-determinada (PL, Pressão livre). Nos outros dois dias do experimento, as expirações no aparelho foram mantidas em pressão expiratória pré-estabelecida (escolha aleatória), de 10 cmH_2O (P10) e 20 cmH_2O (P20). Para evitar o efeito aprendido, todos os voluntários realizaram inicialmente a técnica com a PL, pois caso a realização da técnica fosse feita primeiro, nas pressões expiratórias estipuladas isso poderia exercer influência sobre a PL.

Em cada dia do experimento os voluntários realizavam três séries de 10 expirações. Para que os voluntários realizassem a técnica de forma homogênea, foi controlado o tempo do ciclo respiratório. A respiração controlada foi definida por ciclos respiratórios com duração de 5 segundos (sendo 3 segundos de expiração), determinados com o auxílio de um cronômetro, e utilizando comando verbal para marcação dos instantes de inspiração e expiração. Os voluntários foram orientados a simular a manobra, antes de iniciar o registro, para se familiarizarem com a técnica.

Para o controle das pressões expiratórias, foi utilizado um manovacuômetro (Suporte, Brasil), acoplado ao aparelho, elaborado especificamente para esta finalidade (Figura 1). Pela visualização do manovacuômetro, os voluntários poderiam manter a pressão expiratória estabelecida. Antes de realizar o experimento com a P10 e P20, os voluntários realizaram um treinamento que consistiu em executar a técnica até conseguir efetuar três expirações consecutivas com a pressão expiratória determinada e no tempo expiratório estipulado. Na PL, o voluntário realizava as expirações sem observar os valores no manovacuômetro – mas que foram anotados.

A PA foi mensurada pelo método indireto, por um esfigmomanômetro

aneróide e estetoscópio (marca BD, EUA) e a SpO_2 foi verificada por meio de um oxímetro portátil (Moriya, Brasil).

Para analisar o comportamento, assim como a variabilidade da FC, foi utilizado o freqüencímetro Polar S810i (Polar Electro, Kempele, Finlândia), equipamento previamente validado para captação da FC batimento a batimento; seus dados foram utilizados para análise da VFC^{19,20}. Para esta, foi selecionado um intervalo de cinco minutos, durante o período de maior estabilidade do sinal, tanto para o repouso inicial quanto para o final, e somente séries com mais de 256 intervalos RR foram utilizadas⁷. A análise visual das séries temporais permitiu observar ausência de artefatos ou arritmias cardíacas que pudessem interferir na análise da VFC.

A VFC foi analisada nos domínios do tempo e da freqüência. No domínio do tempo os índices rMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em ms) e pNN50 (percentual de pares de intervalos RR consecutivos, cuja diferença é maior ou igual a 50 ms) foram utilizados. No domínio da freqüência foram considerados os componentes de baixa freqüência (LFnu, 0,04-0,15 Hz) e alta freqüência (HFnu, 0,15-0,4 Hz), em unidades normalizadas, assim como a relação LF/HF. A análise no domínio da freqüência foi feita por meio da transformada rápida de Fourier.

Análise dos dados

Para apresentação dos dados foi utilizada estatística descritiva, com valores de média, mediana, desvio padrão e

números absolutos. A determinação da normalidade foi feita pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Para a comparação dos índices de VFC e das variáveis PA sistólica (PAS), PA diastólica (PAD), SpO_2 e f , antes e após a aplicação da técnica em cada pressão, como os dados apresentaram normalidade, foi utilizado o teste t para dados pareados; e a comparação desses mesmos índices e variáveis entre as pressões expiratórias foi feita pela análise de variância monofatorial. Para comparação das variáveis entre as séries, em determinada PE, foram utilizados a análise de variância para medidas repetidas (FC e EB) e Teste de Friedman (SpO_2 e f) e, para comparação dessas variáveis entre as pressões expiratórias em determinada série, foram utilizados a análise de variância monofatorial (FC e EB) e o teste de Kruskal-Wallis (SpO_2 e f). Quando esses testes foram considerados significativos, foi aplicado o teste de Tukey para comparação entre os dados. Diferenças nos testes foram consideradas estatisticamente significativas quando o $p < 0,05$.

O cálculo do poder do estudo (GraphPad StatMate v.2.00, GraphPad Software, San Diego, California USA), com o número de voluntários analisados e nível de significância de 5% (teste bi-caudal), garantiu um poder do teste superior a 80% para detectar diferenças entre as variáveis.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os índices da VFC antes e após a execução da técnica nas diferentes pressões expiratórias estudadas. A análise mostrou que, com pressão livre, ocorreram aumentos significativos

Tabela 1 Variabilidade da freqüência cardíaca (média \pm desvio padrão) nos períodos de repouso inicial e final, segundo a pressão expiratória utilizada

| FC – índices | Pressão livre | | Pressão de 10 cmH_2O | | Pressão de 20 cmH_2O | |
|--------------|-------------------|--------------------|------------------------|-------------------|------------------------|------------------|
| | Inicial | Final | Inicial | Final | Inicial | Final |
| LFnu | 45,05 \pm 10,01 | 51,47 \pm 10,65* | 50,43 \pm 10,95 | 52,58 \pm 14,7 | 50,24 \pm 12,12 | 50,95 \pm 15,5 |
| HFnu | 54,95 \pm 10,01 | 48,54 \pm 10,65* | 49,58 \pm 10,95 | 47,42 \pm 14,7 | 49,76 \pm 12,12 | 49,06 \pm 15,5 |
| LF/HF | 0,88 \pm 0,38 | 1,15 \pm 0,46* | 1,11 \pm 0,47 | 1,34 \pm 0,85 | 1,15 \pm 0,65 | 1,34 \pm 1,12 |
| rMSSD | 37,74 \pm 11,63 | 34,78 \pm 11,25* | 39,09 \pm 12,35 | 37,45 \pm 10,18 | 37,82 \pm 12,31 | 43,15 \pm 13,9 |
| pNN50 | 15,47 \pm 9,9 | 12,58 \pm 8,4* | 16,27 \pm 10,95 | 14,8 \pm 8,8 | 15,68 \pm 10,04 | 17,7 \pm 9,7 |

LFnu = baixa freqüência em unidades normalizadas; HFnu = alta freqüência em unidades normalizadas; LF/HF = relação entre alta e baixa freqüência; rMSSD = raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em ms; pNN50 = percentual de pares de intervalos RR consecutivos, cuja diferença é maior ou igual a 50 ms; * diferença estatisticamente significativa quando comparado ao valor inicial

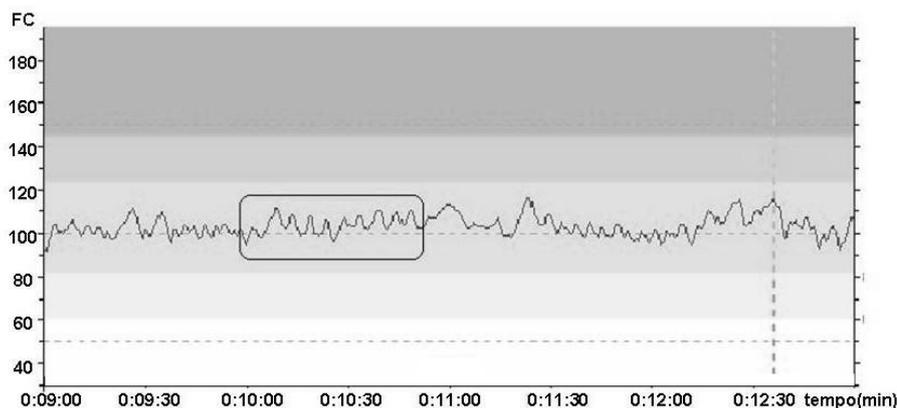


Figura 2 Comportamento da frequência cardíaca durante a realização da técnica com o Shaker à pressão expiratória de 10 cmH₂O – no destaque, intervalo de 10 min a 10 min e 5 s

Tabela 2 Mediana da frequência respiratória após a técnica com Shaker (f, em irpm) e da saturação periférica de oxigênio (SpO₂, em %); escores na EB e a DIF obtida entre as séries 1^a, 2^a e 3^a (média ± desvio padrão), segundo a pressão expiratória

| | Pressão livre | | | Pressão de 10 cmH ₂ O | | | Pressão de 20 cmH ₂ O | | |
|------------------|---------------|----------|----------|----------------------------------|----------|----------|----------------------------------|----------|----------|
| | 1ª série | 2ª série | 3ª série | 1ª série | 2ª série | 3ª série | 1ª série | 2ª série | 3ª série |
| f | 12 | 16 | 16 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| SpO ₂ | 98,5 | 98 | 99 | 99 | 98 | 98,5 | 99 | 99 | 99 |
| DIF | 16,4±6,1 | 15,5±4,7 | 15,1±5,3 | 14,8±4,2 | 16,3±5,5 | 14,9±4,6 | 14,3±3,9 | 14,5±4,2 | 14,0±4,2 |
| EB | 9,4±2,64† | 10±2,4 | 10,2±2,5 | 8,5±2,04* | 8,6±2* | 8,8±2,1* | 10,7±2,3† | 11±2,5 | 11,3±2,3 |

EB = escala de percepção do esforço de Borg; DIF = diferença entre a média dos valores de pico da frequência cardíaca na inspiração e a média dos valores mínimos atingidos na expiração; * diferença estatisticamente significativa em cada série em P10 comparada à P20; † diferença estatisticamente significativa entre a 1ª e 3ª séries

Tabela 3 Pressão arterial sistólica (PAS, em mmHg), pressão arterial diastólica (PAD, em mmHg), frequência respiratória (f, em irpm), saturação periférica de oxigênio (SpO₂, em %) e escores na EB (média ± desvio padrão), obtidos nos períodos de repouso antes (inicial) e após (final) a execução da técnica, segundo a pressão expiratória utilizada

| Variáveis | Pressão livre | | Pressão de 10 cmH ₂ O | | Pressão de 20 cmH ₂ O | |
|------------------|---------------|-----------|----------------------------------|----------|----------------------------------|------------|
| | Inicial | Final | Inicial | Final | Inicial | Final |
| PAS | 100,2±10,5 | 100±9,9 | 100,3±9,9 | 97,4±7,9 | 95,8±8,7 | 98,8±8,8* |
| PAD | 66,1±9,9 | 68,8±7,2 | 63,5±5,9 | 65,3±6 | 60,8±5,6 | 63,4±6,9 |
| f | 14,8±3,2 | 13,6±4 | 13±3,15 | 13,4±3,5 | 14±3,31 | 13±2,87 |
| SpO ₂ | 97,65±1,31 | 97,7±1,17 | 97,9±0,92 | 98,3±0,8 | 97,95±0,69 | 97,95±1,05 |
| EB | 6,4±1,1 | 6,5±1,15 | 6,25±0,72 | 6,3±0,92 | 6,15±0,37 | 6,3±0,74 |

EB = escala de Borg para percepção do esforço; * diferença estatisticamente significativa quando comparado ao valor inicial

nos índices LFnu e na relação LF/HF e diminuição significativa nos valores de HFnu, rMSSD e pNN50, quando comparados os valores antes e após a execução da técnica. Nas outras pressões, os valores antes e após a técnica não apresentaram diferenças significantes, o mesmo ocorrendo quando comparados os valores iniciais e finais entre eles, nas diferentes pressões estudadas.

A Figura 2 mostra um exemplo do comportamento padrão da FC durante a realização da técnica. Observa-se que a FC aumenta e diminui em sincronia com os movimentos de inspiração e expiração, respectivamente, que o voluntário realiza durante a técnica.

A Tabela 2 mostra os valores das variáveis f, SpO₂, dos escores na EB e a

diferença (DIF) entre os maiores valores de FC obtidos na inspiração e os menores valores obtidos na expiração para cada série nas diferentes pressões aplicadas. Não foram observadas diferenças significantes nos valores de f, SpO₂ e DIF entre as séries e entre as pressões expiratórias realizadas ($p>0,05$). Quanto aos escores na EB, houve aumento significativo da percepção de esforço da 1ª para a 3ª série na pressão livre ($p=0,0241$), na P20 ($p=0,0138$) e entre as pressões expiratórias de 10 e 20 cmH₂O em cada série realizada, com os valores $p=0,0179$ (na 1ª série), $p=0,0069$ (na 2ª) e $p=0,0045$ (na 3ª).

Os valores de PAS, PAD, f, SpO₂ e dos escores na EB antes e após a execução da técnica podem ser observados na Tabela 3. Dentre essas variáveis, ocorreu aumento significativo após a técnica apenas na PAS ($p=0,0447$) na P20, quando comparada ao valor inicial. As comparações entre os valores iniciais e finais entre si dessas variáveis nas diferentes pressões não mostraram diferenças significantes ($p>0,05$).

DISCUSSÃO

Neste estudo observamos a influência da execução da técnica de expiração com o Shaker em diferentes pressões expiratórias sobre a modulação autonômica cardíaca e o comportamento de parâmetros cardiopulmonares.

Ao analisar a modulação autonômica cardíaca, por meio dos índices da VFC antes e após a execução da técnica, nas diferentes pressões expiratórias (Tabela 1), pôde-se observar um aumento significativo nos índices que refletem a atividade simpática (LFnu, LF/HF) e uma diminuição significativa naqueles que refletem a atividade parassimpática (HFnu, rMSSD, pNN50) na pressão livre. Isso sugere que a execução da técnica com uma pressão expiratória não-controlada foi capaz de produzir modificações na modulação autonômica do coração, o que não ocorreu quando a técnica foi realizada em pressões controladas (10 e 20 cmH₂O).

Uma das condições que podem influenciar os índices de VFC é a respiração^{21,22}. Durante a realização da téc-

nica, a frequência respiratória, assim como o tempo do ciclo respiratório foram controlados, sendo igual nos três dias de experimento. No entanto, pôde-se constatar que, após a realização da técnica na PL, houve um aumento da frequência respiratória (Tabela 2), apesar de não ser significativa, o que não ocorreu nas demais pressões expiratórias analisadas. Isto, associado à não-manutenção da pressão expiratória (variação entre 10 e 30 cmH₂O) durante a realização da técnica com pressão livre, pode estar relacionado às modificações da modulação autonômica observadas. Considerando os valores desses índices entre as pressões expiratórias estudadas, não foram encontradas diferenças estatisticamente significante entre elas ($p > 0,05$), apesar de os índices iniciais e finais apresentarem valores diferentes para cada pressão expiratória.

Embora a VFC tenha sido estudada em vários trabalhos na última década, vale ressaltar que não encontramos na literatura, até o momento, estudos com o objetivo de avaliar a modulação autonômica durante a realização da técnica de fisioterapia respiratória utilizando o Shaker.

Visto que a respiração é um dos fatores determinantes na oscilação da FC e da PA^{23,24}, foi analisado o comportamento padrão da FC durante a realização da técnica. Esse padrão caracterizou-se pelo aumento e diminuição em sincronia com os movimentos de inspiração e expiração. Esse comportamento é semelhante ao obtido com a manobra de arritmia sinusal respiratória (ASR), que é uma das interações entre respiração e FC, caracterizada pelo aumento da FC durante a inspiração e redução durante a expiração^{25,26}.

As variações dos valores de FC obtidos durante a inspiração e a expiração foram calculadas pela diferença entre a média dos valores de pico da FC na inspiração e a média dos mínimos valores de FC atingidos na expiração (DIF)²⁵. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nos valores da DIF nas três pressões expiratórias e séries realizadas no experimento (Tabela 2). O

valor dessa diferença ficou acima de 13 batimentos por minuto; ora, segundo Malik²⁷, variação da FC inspiração X expiração maior que 9 batimentos por minuto revela funcionamento vagal intacto, o que era de se esperar, já que a amostra foi composta por indivíduos jovens e saudáveis.

Quanto ao comportamento da pressão arterial, observou-se um aumento de 3 mmHg na PAS após a realização do experimento na P20 (Tabela 3). Apesar da diferença estatística ($p = 0,0447$), isso não é significativo do ponto de vista fisiológico e pode estar relacionado a variações fisiológicas da PA. Assim, os dados sugerem que a utilização do Shaker nas diferentes pressões expiratórias não alterou consideravelmente a PA dos voluntários.

Quando analisados os valores da f antes, durante os descansos e após a técnica nos diferentes dias de experimento, não houve diferença estatisticamente significativa. Pode-se verificar (Tabela 2) que a f aumentou 4 incursões respiratórias por minuto da 1ª para a 2ª série somente na PL, mantendo-se estável nas demais séries e pressões. No entanto, esse aumento não foi suficiente para produzir alterações clínicas no sistema respiratório dos voluntários, mas pode estar relacionado a alterações na modulação autonômica.

Também se pode observar na Tabela 2 que os valores da SpO₂ praticamente se mantiveram estáveis no decorrer das séries, nas três pressões expiratórias. No entanto, quando comparados aos valores médios de repouso inicial (97,6% na PL, 97,9% na P10 e 97,9% na P20), foram maiores. Segundo Gaskell e Webber²⁸ e Tarantino²⁹, a aplicação do Flutter VRP1 mantém os brônquios abertos na expiração, melhorando com isso a saturação de oxigênio, o que pode ter também acontecido com a aplicação do Shaker, visto que este é apresentado na literatura como similar ao Flutter VRP1, apresentando os mesmos princípios mecânicos, o que justificaria a elevação da SpO₂ durante os descansos entre as séries.

Com relação ao esforço percebido, os voluntários deram maior pontuação ao

esforço no decorrer das séries realizadas, independente da pressão expiratória (Tabela 2); no entanto, houve diferença estatisticamente significativa apenas entre a 1ª e 3ª séries na pressão livre e em P20. Além disso, houve diferença significativa entre P10 e P20 em cada série, com um valor médio maior para a P20. Isso mostra que uma diferença de 10 cmH₂O na pressão expiratória realizada no equipamento foi o suficiente para que os voluntários apresentassem maior percepção do esforço ao realizar a técnica.

Além das medidas já analisadas, também foi analisada a pressão expiratória exercida pelos voluntários no dia do experimento com pressão livre. Pôde-se verificar que a média da PL, considerando as três séries, foi de 15,8±0,11, com variação entre 10 e 30 cmH₂O. Esses resultados estão de acordo com os de Pryor e Webber³⁰, para os quais a resistência produzida pela bola de aço durante a expiração no Shaker produz um nível de pressão expiratória positiva que varia de 5 a 35 cmH₂O. Lembre-se que o protocolo experimental foi sempre iniciado com essa pressão, a fim de evitar a influência do aprendizado. Na execução do protocolo experimental, somente foi possível fazer a randomização das pressões executadas a 10 e 20 cmH₂O, o que representou a limitação do presente estudo.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o uso da técnica de oscilação oral de alta frequência nas diferentes PE estudadas não foi suficiente para promover alterações significantes na pressão arterial, na frequência respiratória ou nos níveis de saturação periférica de oxigênio; no entanto, houve alterações no comportamento da frequência cardíaca. Ainda, a percepção do esforço foi significativamente maior durante a execução da técnica em maiores pressões expiratórias (PL e P20); e modificações na modulação autonômica foram observadas quando a técnica foi realizada com pressão expiratória não-controlada.

REFERÊNCIAS

- 1 Myers TR. Positive expiratory pressure and oscillatory positive expiratory pressure therapies. *Respir Care*. 2007;52(10):1308-27.
- 2 Morsch ALBC, Amarin MM, Barbieri A, Santoro IL, Fernandes ALG. Influência da técnica de pressão expiratória positiva oscilante e da técnica de expiração forçada na contagem de células e quantidade do escarro induzido em portadores de asma ou doença pulmonar obstrutiva crônica. *J Bras Pneumol*. 2008;34(12):1026-32.
- 3 Alves LA, Pitta F, Brunetto AF. Performance analysis of the flutter VPR1 under different flows and angles. *Respir Care*. 2008;53(3):316-23.
- 4 Fitipaldi RMSB, Azeredo CAC. Utilização do aparelho de oscilação oral de alta frequência com ventilador mecânico. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2006;18(1):34-7.
- 5 Badra LJ, Cooke WH, Hoag JB, Crossman AA, Kuusela TA, Tahvanainen KUO, et al. Respiratory modulation of human autonomic rhythms. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2001;280:2674-88.
- 6 Zollei E, Csillik A, Rabi S, Gingl Z, Rudas L. Respiratory effects on the reproducibility of cardiovascular autonomic parameters. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2007;24:205-10.
- 7 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;17:354-81.
- 8 Sandercock GR, Hardy-Shepherd D, Nunan D, Brodie D. The relationships between self-assessed habitual physical activity and non-invasive measures of cardiac autonomic modulation in young healthy volunteers. *J Sports Sci*. 2008;26(11):1171-7.
- 9 Catai AM, Chacon MPT, Martinelli FS, Forti VAM, Silva E, Golfetti R. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. *Braz J Med Biol Res*. 2002;35(6):741-52.
- 10 Pumpura J, Howorka K, Groves D, Chester M, Nolan J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol*. 2002;84:1-14.
- 11 Acharya UR, Joseph KP, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. Heart rate variability: a review. *Med Biol Eng Comput*. 2006;44(12):1031-51.
- 12 Grossman A, Grossman E. Treatment of hypertension with device-guided breathing exercise. *Harefuah*. 2003;142(10):677-9.
- 13 Borghi-Silva A, Reis MS, Mendes RG, Pantoni CBF, Simões RP, Martins LEB, et al. Noninvasive ventilation acutely modifies heart rate variability in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Respir Med*. 2008;102:1117-23.
- 14 Lee J, Lee YW, Warwick WJ. High frequency chest compression effects heart rate variability. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2007;1066-9.
- 15 Brooks D, Newbold E, Kozar LF, Rivera M. The flutter device and expiratory pressures. *J Cardiopulm Rehabil*. 2002;22(1):53-7.
- 16 Craig CL, Marshall AL, Sjoström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth MP, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(8):1381-95.
- 17 Dinger MK, Behrens TK, Han JL. Validity and reliability of the international physical activity questionnaire in college students. *Am J Health Educ*. 2006;37(6):337-43.
- 18 Borg G. Escala de Borg para dor e o esforço percebido. São Paulo: Manole; 2000.
- 19 Vanderlei LCM, Silva RA, Pastre CM, Azevedo FM, Godoy MF. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res*. 2008;41(10):854-9.
- 20 Porto LGG, Junqueira Jr LF. Comparison of time-domain short-term heart interval variability analysis using a wrist-worn heart rate monitor and the conventional electrocardiogram. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2009;32:43-51.
- 21 Koh J, Nakamura Y, Tanaka A, Kosaka Y. Spontaneous respiration should be avoided in frequency domain analysis of heart rate variability. *J Anesth*. 1995;9:229-34.
- 22 Zollei E, Csillik A, Rabi S, Gingl Z, Rudas L. Respiratory effects on the reproducibility of cardiovascular autonomic parameters. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2007;27(4):205-10.
- 23 Taylor EW, Jordan D, Coote JH. Central control of the cardiovascular and respiratory systems and their interactions in vertebrates. *Physiol Rev*. 1999;79(3):885-916.
- 24 Shamsuzzaman ASM, Somers VK. Cardiorespiratory interactions in neural circulatory control in humans. *Ann N Y Acad Sci*. 2001;940:488-99.
- 25 Santos MDB, Moraes FR, Marães VRFS. Estudo da arritmia respiratória e da variabilidade da frequência cardíaca de homens jovens e de meia-idade. *Rev Soc Cardiol*. 2003;13(Supl A):13-24.

Referências (cont.)

- 26 Denver JW, Reed SF, Porges SW. Methodological issues in the quantification of respiratory sinus arrhythmia. *Biol Psychol.* 2007;74:286-94.
- 27 Malik M. *Clinical guide to cardiac autonomic test.* Dordrecht: Kluwer Acad Publ.; 1998. Chap.: Basic autonomic test, p.51-65.
- 28 Gaskell DV, Webber BA. *Fisioterapia respiratória.* Rio de Janeiro: Colina; 1988.
- 29 Tarantino AB. *Doenças pulmonares.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2008.
- 30 Pryor JA, Webber BA. *Fisioterapia para problemas respiratórios e cardíacos.* 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.