

Impacto da técnica de expiração lenta e prolongada na mecânica respiratória de lactentes sibilantes*

Impact of the prolonged slow expiratory maneuver on respiratory mechanics in wheezing infants

Fernanda de Cordoba Lanza, Gustavo Falbo Wandalsen, Carolina Lopes da Cruz, Dirceu Solé

Resumo

Objetivo: Avaliar as alterações da mecânica respiratória e do volume corrente (VC) em lactentes sibilantes em ventilação espontânea após a realização da técnica de expiração lenta e prolongada (ELPr). **Métodos:** Foram incluídos no estudo lactentes com história de sibilância recorrente e sem exacerbações nos 15 dias anteriores. Para a avaliação da função pulmonar, os lactentes foram sedados e posicionados em decúbito dorsal com máscara facial acoplada a um pneumotacógrafo. As variáveis da respiração corrente – VC e FR – e da mecânica respiratória – complacência do sistema respiratório (Csr), resistência (Rsr) e constante de tempo (psr) – foram mensuradas antes e após a realização de três sequências consecutivas de ELPr. **Resultados:** Foram avaliados 18 lactentes, com média de idade de 32 ± 11 semanas. Houve um aumento significativo no VC após ELPr ($79,3 \pm 15,6$ mL vs. $85,7 \pm 17,2$ mL; $p = 0,009$), assim como uma redução na FR ($40,6 \pm 6,9$ ciclos/min vs. $38,8 \pm 0,9$ ciclos/min; $p = 0,042$). Entretanto, não houve alterações significativas nos valores da mecânica respiratória (Csr: $11,0 \pm 3,1$ mL/cmH₂O vs. $11,3 \pm 2,7$ mL/cmH₂O; Rsr: $29,9 \pm 6,2$ cmH₂O · mL⁻¹ · s⁻¹ vs. $30,8 \pm 7,1$ cmH₂O · mL⁻¹ · s⁻¹; e psr: $0,32 \pm 0,11$ s vs. $0,34 \pm 0,12$ s; $p > 0,05$ para todos). **Conclusões:** Essa técnica de fisioterapia respiratória é capaz de induzir alterações significativas no VC e na FR de lactentes com sibilância recorrente, mesmo na ausência de exacerbações. A manutenção das variáveis da mecânica respiratória indica que a técnica é segura para ser aplicada nesse grupo de pacientes. Estudos com lactentes sintomáticos são necessários para quantificar os efeitos funcionais da técnica.

Descritores: Modalidades de Fisioterapia; Mecânica Respiratória; Lactente; Testes de Função Respiratória.

Abstract

Objective: To evaluate changes in respiratory mechanics and tidal volume (V_T) in wheezing infants in spontaneous ventilation after performing the technique known as the prolonged, slow expiratory (PSE) maneuver. **Methods:** We included infants with a history of recurrent wheezing and who had had no exacerbations in the previous 15 days. For the assessment of the pulmonary function, the infants were sedated and placed in the supine position, and a face mask was used and connected to a pneumotachograph. The variables of tidal breathing (V_T and RR) as well as those of respiratory mechanics—respiratory system compliance (Crs), respiratory system resistance (Rrs), and the respiratory system time constant (prs)—were measured before and after three consecutive PSE maneuvers. **Results:** We evaluated 18 infants. The mean age was 32 ± 11 weeks. After PSE, there was a significant increase in V_T (79.3 ± 15.6 mL vs. 85.7 ± 17.2 mL; $p = 0.009$) and a significant decrease in RR (40.6 ± 6.9 breaths/min vs. 38.8 ± 0.9 breaths/min; $p = 0.042$). However, no significant differences were found in the variables of respiratory mechanics (Crs: 11.0 ± 3.1 mL/cmH₂O vs. 11.3 ± 2.7 mL/cmH₂O; Rrs: 29.9 ± 6.2 cmH₂O · mL⁻¹ · s⁻¹ vs. 30.8 ± 7.1 cmH₂O · mL⁻¹ · s⁻¹; and prs: 0.32 ± 0.11 s vs. 0.34 ± 0.12 s; $p > 0.05$ for all). **Conclusions:** This respiratory therapy technique is able to induce significant changes in V_T and RR in infants with recurrent wheezing, even in the absence of exacerbations. The fact that the variables related to respiratory mechanics remained unchanged indicates that the technique is safe to apply in this group of patients. Studies involving symptomatic infants are needed in order to quantify the functional effects of the technique.

Keywords: Physical Therapy Modalities; Respiratory Mechanics; Infant; Respiratory Function Tests.

* Trabalho realizado no Laboratório de Função Pulmonar do Lactente, Disciplina de Alergia, Imunologia Clínica e Reumatologia, Departamento de Pediatria, Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina – UNIFESP/EPM – São Paulo (SP) Brasil. Endereço para correspondência: Fernanda de Cordoba Lanza. Rua Estado de Israel, 465, apto. 23, CEP 04022-001, São Paulo, SP, Brasil.

Tel. 55 11 5549-0542 ou 55 11 98339-5002. E-mail: fclanza@uol.com.br

Apoio financeiro: Nenhum.

Recebido para publicação em 14/6/2012. Aprovado, após revisão, em 11/10/2012.

Introdução

A expiração lenta e prolongada (ELPr) é uma técnica de fisioterapia respiratória aplicada em lactentes com obstrução das vias aéreas e acúmulo de secreção.^(1,2) Os benefícios de diferentes técnicas de fisioterapia têm sido descritos,⁽³⁾ e o mesmo ocorre com a ELPr. Durante o uso dessa técnica, já foi possível quantificar o volume de reserva expiratório mobilizado, comprovou-se a indução de suspiros e a manutenção do pico de fluxo expiratório e foi constatada a redução no desconforto respiratório após sua aplicação.^(4,5)

A avaliação da mecânica respiratória passiva – complacência do sistema respiratório (Csr), sua resistência (Rsr) e sua constante de tempo (psr) – tem sido utilizada em pesquisas de diversos seguimentos em lactentes, pois, além de se obter medidas reprodutíveis, essa auxilia no acompanhamento longitudinal da função pulmonar e na avaliação de intervenções terapêuticas.⁽⁶⁾ A Csr e a Rsr também podem auxiliar na comprovação dos benefícios de técnicas de fisioterapia respiratória, devido à alteração de fluxo e de volume pulmonar após a eliminação de secreção.^(7,8)

Diversos estudos sobre fisioterapia respiratória em pacientes em ventilação pulmonar mecânica em UTI utilizaram a avaliação da Csr e da Rsr,^(2,7-9) mas são escassos estudos em indivíduos em respiração espontânea.

A avaliação da resistência das vias aéreas também pode auxiliar na detecção de broncoespasmo induzido pelas técnicas de fisioterapia respiratória. A aplicação de vibração torácica e tapotagem em indivíduos com doença pulmonar e hipersecreção não resultou em alteração na função pulmonar, provando que essa técnica é segura e pode ser aplicada em indivíduos com hiperreatividade brônquica.^(10,11) Essa avaliação não foi feita em pacientes submetidos à ELPr.

A avaliação do volume corrente (VC) é uma das técnicas mais antigas e simples de mensuração da função pulmonar de lactentes.⁽¹²⁾ O VC tem sido estudado como desfecho para a avaliação da eficácia de técnicas não convencionais de fisioterapia respiratória. Os resultados encontrados até o momento, entretanto, são controversos, havendo relatos de aumento do VC em alguns estudos, e de sua manutenção em outros.^(8,13-15)

A avaliação da mecânica respiratória e do VC em lactentes em respiração espontânea não é rotineiramente mensurada na prática clínica. Essas variáveis funcionais, entretanto, podem

ser estudadas em laboratórios especializados, e acreditamos que consistem em desfechos objetivos e importantes na avaliação da eficácia das técnicas de fisioterapia respiratória. O objetivo do presente estudo foi avaliar as alterações da mecânica respiratória e do VC em lactentes sibilantes em ventilação espontânea após aplicação da ELPr.

Métodos

Foi realizado um estudo transversal no qual foram avaliados lactentes sibilantes encaminhados para avaliação de função pulmonar no Laboratório de Função Pulmonar no Lactente da Disciplina de Alergia, Imunologia Clínica e Reumatologia do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de São Paulo, localizado na cidade de São Paulo, SP. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da instituição (parecer nº 1054/07). O termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado pelos responsáveis dos lactentes. O período de coletas foi entre janeiro de 2008 e fevereiro de 2009.

Foram incluídos lactentes (entre 4 e 24 meses de idade) com história de sibilância recorrente (pelo menos três episódios), sem doença respiratória aguda manifesta, pelo menos, nos 15 dias anteriores. A inferência de ausência de doença respiratória aguda foi feita pela ausência de sintomas clínicos correspondentes (como tosse, chiado no peito e dificuldade respiratória) e pela ausência de achados compatíveis no exame físico. Foram excluídos aqueles que apresentavam obstrução das vias aéreas superiores, que eram nascidos prematuros (menos que 37 semanas de idade gestacional), que tinham doença do refluxo gastroesofágico, que sofreram procedimentos cirúrgicos torácicos e/ou abdominais ou que foram diagnosticados com neuropatias ou cardiopatias.

Para a realização da prova de função pulmonar, os lactentes deveriam estar em jejum de pelo menos três horas. Foi administrado hidrato de cloral (60-80 mg/kg), conforme a rotina do laboratório e a padronização existente.⁽¹⁶⁻¹⁹⁾ Os lactentes permaneceram sob monitorização por um oxímetro de pulso (modelo DX 2405; Dixtal Biomédica, Manaus, Brasil) sendo avaliadas a SpO₂ e a FC. Os lactentes foram posicionados em decúbito dorsal com sutil extensão cervical, utilizando-se um pequeno coxim na região escapular, sem lateralização da cabeça. Uma máscara facial conectada a um pneumotacógrafo

(Hans Rudolph, Kansas City, MO, EUA) foi acoplada à face dos lactentes.

Na fase técnica, a ELPr foi realizada com o lactente em decúbito dorsal, com a região hipotenar de uma das mãos do terapeuta posicionada no tórax, exatamente abaixo da fúrcula esternal, e a região hipotenar da outra mão posicionada no abdômen acima da cicatriz umbilical. Ao final da fase expiratória, fazia-se a compressão de ambas as mãos, sendo a mão do tórax movimentada no sentido crânio-caudal e a mão do abdômen no sentido caudo-cranial. As próximas três ou quatro inspirações subsequentes à compressão foram restritas, e o movimento de compressão na fase expiratória foi continuado, de acordo com a descrição da técnica.⁽²⁰⁾ Foram realizadas três sequências de ELPr (denominadas A, B e C) em um período contínuo de 120 s (Figura 1). O intervalo entre as sequências foi de 30 s. A técnica foi realizada sempre pelo mesmo avaliador, devidamente treinado e capacitado para tanto. A ELPr foi realizada durante a avaliação do VC; assim, a curva fluxo-volume foi constantemente registrada, sendo possível mensurar o VC e suas derivações – FR, PFE e relação entre o tempo para alcançar o PFE (Tme) e o tempo expiratório (Te).

A Csr, a Rsr e a psr foram as variáveis analisadas da mecânica respiratória pela técnica

de oclusão simples, de acordo com recomendações existentes.^(17,19) Para essas mensurações, considera-se o sistema respiratório um modelo unicompartmental e linear. O relaxamento completo dos músculos respiratórios em lactentes, necessário para a avaliação da mecânica passiva, é conseguido pela indução do reflexo de Hering-Breuer, desencadeado pela obstrução rápida da via aérea (por 1 s) ao final da inspiração normal. A presença do segmento linear de pelo menos 60% da alça expiratória foi inspecionada visualmente, assim como a ausência de atividade muscular pelo platô na curva pressão-tempo com desvio-padrão menor que 0,1 em 100 ms (Figura 1).^(16,17) Foram realizadas pelo menos três manobras aceitáveis segundo as recomendações,⁽¹⁹⁾ e o valor médio foi registrado.

Todas as fases de protocolo foram feitas durante a mensuração do VC. Diferentes variáveis podem ser obtidas a partir da análise do VC, tais como tempo inspiratório, Te, tempo total do ciclo respiratório, PFE, Tme, FR e relação Tme/Te. Para esse grupo de pacientes, a avaliação restringiu-se ao VC, FR, PFE e relação Tme/Te, pois são variáveis que podem sofrer influência das técnicas de fisioterapia respiratória. A relação Tme/Te é uma das variáveis mais estudadas no VC, pois pode refletir a obstrução das vias aéreas.⁽¹⁸⁾

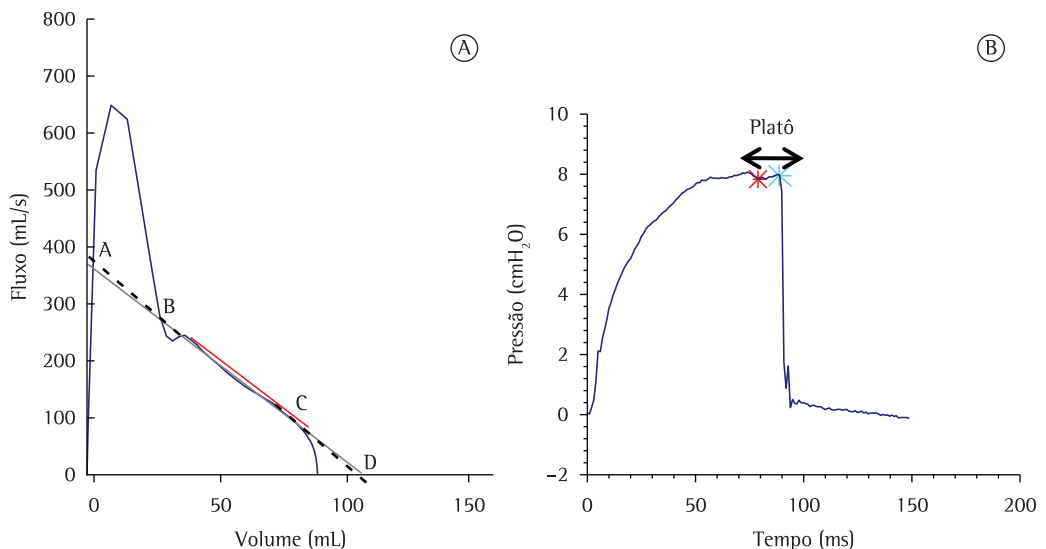


Figura 1 – Representação dos critérios de aceitabilidade da curva expiratória obtida na avaliação da mecânica passiva do sistema respiratório pela técnica de oclusão única. Em A, curva fluxo-volume: segmento A-D - extrapolação para o cálculo da constante de tempo do sistema respiratório; segmento B-C - porção linear da curva $\geq 60\%$ do seu total, significando o relaxamento dos músculos respiratórios na fase expiratória. Em B, curva pressão-tempo: platô de 100 ms na fase expiratória. Esses são os critérios de aceitabilidade para a avaliação da mecânica respiratória.

O protocolo foi composto de três fases. A primeira (fase pré-técnica) consistiu da mensuração do VC e suas derivações (FR, PFE e relação Tme/Te) durante 60 s; após a avaliação do VC, foi feita a mensuração da mecânica respiratória. A segunda (fase técnica) consistiu da aplicação da técnica de ELPr, em três sequências de compressão, (A, B e C) por um período de 120 s. A técnica foi realizada durante a mensuração do VC (Figura 2). A terceira (fase pós-técnica) consistiu, imediatamente após a aplicação da ELPr, da reavaliação do VC durante 60 s, seguida da avaliação da mecânica respiratória.

Todas as variáveis contínuas analisadas apresentaram distribuição normal, foram avaliadas pelo teste de Shapiro-Wilk e, portanto, estão apresentadas em média e desvio-padrão. A média dos 60 s de avaliação do VC e das três medidas da mecânica respiratória foi utilizada para a comparação pré e pós-técnica. Foi utilizado o teste t de Student para amostras dependentes para a análise das variáveis da respiração corrente (VC e FR) e de mecânica respiratória (Csr, Rsr e psr) entre as fases pré-técnica e pós-técnica. Fixou-se em 5% o nível de rejeição para a hipótese nula. O programa utilizado para a análise foi o *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 14.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

Resultados

Dos 22 lactentes que iniciaram o protocolo, 4 não completaram o estudo: 1 por tosse durante o exame e 3 por dificuldades técnicas (despertar precoce e sedação insuficiente). A média de idade dos lactentes que completaram o estudo foi de $32,2 \pm 11,4$ semanas. Nove eram do gênero feminino. Os dados iniciais da população estão descritos na Tabela 1.

Durante o protocolo, nenhum lactente apresentou sinal de desconforto respiratório ou gemido expiratório. A SpO_2 permaneceu acima de 93% durante todos os exames, e a FC

mantve-se entre 110 e 150 bpm em todos os lactentes avaliados.

Ao comparar as fases pré e pós-técnica foi observado um aumento médio estatisticamente significativo no VC ($p = 0,009$; Figura 3) e no VC corrigido pela estatura ($p = 0,01$; Tabela 2). Foi observada uma redução na FR de $40,6 \pm 6,9$ ciclos/min para $38,8 \pm 5,9$ ciclos/min após a técnica ($p = 0,04$; Tabela 2). Também foi observado um aumento significativo na relação Tme/Te ($p = 0,007$). Não houve alteração significativa no valor médio de PFE quando comparadas as fases pré e pós-técnica (Tabela 2). Em relação à mecânica respiratória, não houve alterações estatisticamente significantes na Csr, Rsr e psr (Tabela 2).

Discussão

A ELPr é uma técnica de fisioterapia respiratória descrita para promover a desobstrução brônquica em lactentes.^(1,4) Os argumentos científicos que comprovam a efetividade da ELPr por muito tempo foram pautados na avaliação de variáveis indiretas, como FC e SpO_2 .^(1,2,5,20) Apenas recentemente, foi descrita de maneira mais objetiva a variação do volume de reserva expiratório durante a ELPr pela avaliação de variáveis da função pulmonar.⁽⁴⁾ Entretanto, ainda há dúvidas sobre as variações do VC e da mecânica respiratória passiva logo após a aplicação da ELPr em indivíduos em respiração espontânea.

Tabela 1 - Características demográficas dos lactentes estudados (n = 18).^a

Variáveis	Resultados
Idade, semanas	$32,2 \pm 11,4$
Estatura, cm	$68,0 \pm 4,3$
Peso, kg	$8,3 \pm 1,0$
Número de crises de sibilância	$4,8 \pm 1,9$
Gênero feminino/masculino, n/n	9/9

^aValores expressos em média \pm dp, exceto onde indicado.

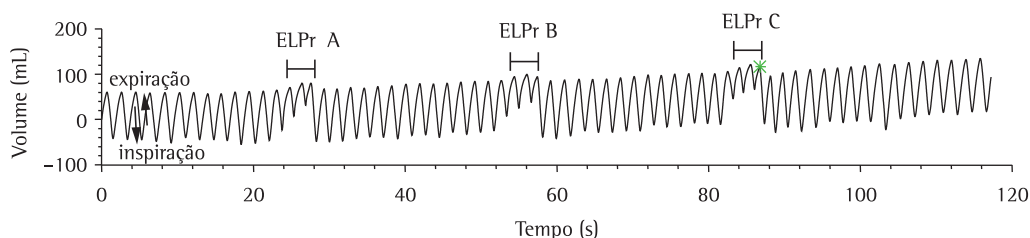


Figura 2 - Representação das três sequências (A, B e C) da técnica de expiração lenta e prolongada (ELPr).

Tabela 2 – Variáveis derivadas da respiração corrente e da mecânica respiratória observadas nas fases pré e pós-técnica do protocolo.^a

Variáveis	Fases		p
	Pré-técnica	Pós-técnica	
PFE, mL/s	140,5 ± 19,2	143,5 ± 20,6	0,3
VC, mL	79,3 ± 15,6	85,7 ± 17,2	0,009
VC, % previsto	111,6 ± 18,7	120,1 ± 17,7	0,013
VC, mL/cm	1,16 ± 0,20	1,21 ± 0,22	0,010
Relação Tme/Te	0,33 ± 0,11	0,35 ± 0,11	0,007
FR, ciclos/min	40,6 ± 6,9	38,8 ± 5,9	0,04
Csr, mL/cmH ₂ O	11,0 ± 3,1	11,3 ± 2,7	0,4
Rsr, cmH ₂ O · mL ⁻¹ · s ⁻¹	29,9 ± 6,2	30,8 ± 7,1	0,4
psr, s	0,32 ± 0,11	0,34 ± 0,12	0,3

VC: volume corrente; Tme: tempo para alcançar o PFE; Te: tempo expiratório; Csr: complacência do sistema respiratório; Rsr: resistência do sistema respiratório; e psr: constante de tempo do sistema respiratório. ^aValores expressos em média ± dp.

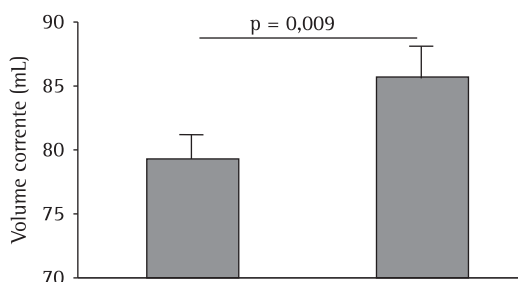


Figura 3 – Representação gráfica da variação do volume corrente antes de (pré-técnica) e após (pós-técnica) a aplicação da expiração lenta e progressiva.

Após termos estudado as variações de volume e da mecânica respiratória em lactentes sibilantes em respiração espontânea, observamos um aumento significativo do VC e a manutenção das variáveis Csr e Rsr após a aplicação da ELPr.

Uma possível justificativa para o aumento no VC é a redução da obstrução das vias aéreas. Descreveu-se que a redução na relação Tme/Te é uma maneira indireta de se determinar a obstrução nas vias aéreas.⁽¹⁸⁾ Assim, inferimos que houve diminuição na obstrução brônquica nos pacientes estudados pelo aumento na relação Tme/Te, acima de 0,30, após a ELPr. Essa redução do processo obstrutivo deve ser decorrente da compressão toracoabdominal realizada durante as manobras de ELPr, em que se objetiva o prolongamento da fase expiratória e a eliminação do ar aprisionado. Caso esse processo seja bem sucedido, é esperada a redução do volume de reserva expiratório, capaz de possibilitar um aumento no VC. Além da constatação do aumento na relação Tme/Te, o nosso grupo descreveu previamente que

a ELPr contribui na eliminação de mais de 50% do volume de reserva expiratório,⁽⁴⁾ confirmando os dados de diminuição da obstrução.

Outro fator que justificaria o aumento no VC nos lactentes aqui estudados é a indução de suspiros, caracterizados como incursões respiratórias pelas quais há um aumento maior que 100% no VC. Recentemente, descrevemos que a ELPr favorece a indução de suspiros,⁽⁴⁾ e já é conhecido que os suspiros atuam recrutando unidades alveolares e aumentando o VC.^(16,18)

É importante destacar que a variação observada em nosso estudo nos valores do VC, embora seja pequena, provavelmente é clinicamente relevante. A instabilidade da caixa torácica, rotineiramente observada no lactente, o deixa mais suscetível à redução do volume pulmonar, e manobras capazes de aumentar esse VC passam a ser clinicamente interessantes.^(21,22) Observamos um aumento de quase 10% no VC após a aplicação de três sequências de ELPr. Na prática clínica, porém, os fisioterapeutas, quando utilizam a técnica de ELPr, realizam um número bem maior de manobras, norteadas pelo número de repetições pela melhora na ausculta pulmonar.⁽⁵⁾ Dessa forma, não é improvável que o aumento efetivo do VC determinado pela técnica de ELPr na prática diária seja bem mais expressivo que o encontrado em nosso estudo.

A Rsr em nosso estudo foi mantida após a aplicação da ELPr, divergindo de estudos realizados em pacientes em ventilação mecânica.^(2,8,9) Esse dado pode ser justificado por avaliarmos pacientes em respiração espontânea, sem hipersecreção e, portanto, sem alteração na Rsr no início do protocolo.

Outro benefício da mensuração da Rsr é a detecção de broncoespasmo. É descrito que técnicas com oscilações mecânicas intensas no tórax, como a tapotagem e a vibrocompressão, podem agravar o broncoespasmo, constatado pela redução no VEF₁ e no PFE.⁽²³⁻²⁵⁾ Não há descrição de que as técnicas não convencionais de fisioterapia favoreçam o broncoespasmo, pelo fato de essas técnicas não provocarem oscilações mecânicas abruptas no tórax. Em nosso estudo, não observamos alteração na Rsr ou tampouco no PFE, confirmando que a ELPr não induziu o broncoespasmo nesse grupo de lactentes sibilantes, e podemos considerá-la uma técnica segura para realizar mesmo em indivíduos com propensão a broncoespasmo. Um grupo de autores, ao avaliar técnicas não convencionais de fisioterapia respiratória similares à aplicada no presente estudo, também não observou variações significantes no PFE.⁽²⁶⁾

A manutenção dos valores da Csr no presente estudo pode ser justificada, pois os valores iniciais estavam dentro dos limites da normalidade,^(17,18) e por não haver hipersecreção pulmonar. Autores que observaram variação na mecânica respiratória após fisioterapia em pacientes ventilados mecanicamente descreveram a eliminação de secreção como a principal justificativa.^(7,9,20,21)

Nosso estudo teve como limitação o fato de os pacientes não estarem em exacerbação ou apresentarem hipersecreção. Indivíduos com hipersecreção não foram selecionados, pois, além dessa condição interferir nas variáveis analisadas, a secreção poderia também comprometer a segurança do lactente, já que a sedação associada à hipersecreção agrava a obstrução nas vias aéreas em indivíduos em respiração espontânea. O curto tempo de aplicação da ELPr (três sequências) e a reavaliação funcional logo após seu término são outras limitações de nosso estudo. Isso, porém, dificilmente poderia ser alterado pelo curto tempo de sedação induzido pelo hidrato de cloral. Mesmo com um pequeno tempo de avaliação, observamos modificações significantes no VC e podemos especular que a realização de um maior número de sequências de ELPr poderia aumentar as diferenças encontradas.

Concluimos que a aplicação da ELPr em lactentes sibilantes é capaz de induzir alterações na função pulmonar, com aumento do VC e redução da FR. Esses fatos provavelmente são secundários à redução na obstrução brônquica.

A manutenção dos valores de resistência das vias aéreas demonstra que a técnica de ELPr é segura para ser aplicada em lactentes com propensão ao broncoespasmo.

Referências

1. Postiaux G, Dubois R, Marchand E, Demay M, Jacquy J, Mangiaracina M. Effets de la kinésithérapie respiratoire associant expiration lente prolongée et toux provoquée dans la bronchiolite du nourrisson. *Kinesither Rev.* 2006;6(55):35-41.
2. Demont B, Vinçon C, Bailleux S, Cambas CH, Dehan M, Lacaze-Masmontel T. Chest physiotherapy using the expiratory flow increase procedure in ventilated newborns: a pilot study. *Physiotherapy.* 2007;93(1):12-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2006.09.004>
3. Schechter MS. Airway clearance applications in infants and children. *Respir Care.* 2007;52(10):1382-90; discussion 1390-1. PMID:17894905.
4. Lanza FC, Wandalsen G, Dela Bianca AC, Cruz CL, Postiaux G, Solé D. Prolonged slow expiration technique in infants: effects on tidal volume, peak expiratory flow, and expiratory reserve volume. *Respir Care.* 2011;56(12):1930-5. PMID:21682953. <http://dx.doi.org/10.4187/respcare.01067>
5. Postiaux G, Bafico JF, Masengu R, Lahafe JM. Paramètres anamnestiques et cliniques utiles au suivi et à l'achèvement de la toilette bronchopulmonaire du nourrisson et de l'enfant. *Ann Kinésithér.* 1991;18(3):117-24.
6. Tepper RS, Morgan WJ, Cota K, Wright A, Taussig LM. Physiologic growth and development of the lung during the first year of life. *Am Rev Respir Dis.* 1986;134(3):513-9. Erratum in: *Am Rev Respir Dis.* 1987;136(3):800. PMID:3752707.
7. Prendiville A, Thomson A, Silverman M. Effect of tracheobronchial suction on respiratory resistance in intubated preterm babies. *Arch Dis Child.* 1986;61(12):1178-83. PMID:3813610 PMID:1778192. <http://dx.doi.org/10.1136/adc.61.12.1178>
8. Almeida CC, Ribeiro JD, Almeida-Júnior AA, Zeferino AM. Effect of expiratory flow increase technique on pulmonary function of infants on mechanical ventilation. *Physiother Res Int.* 2005;10(4):213-21. PMID:16411616. <http://dx.doi.org/10.1002/pri.15>
9. Santos ML, Souza LA, Batiston AP, Palhares DB. Efeitos de técnicas de desobstrução brônquica na mecânica respiratória de neonatos prematuros em ventilação pulmonar mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2009;21(2):183-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-507X2009000200011>
10. Kirilloff LH, Owens GR, Rogers RM, Mazzocco MC. Does chest physical therapy work? *Chest.* 1985;88(3):436-44. PMID:3896680. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.88.3.436>
11. Lanza FC, Gazzotti MR, Luque A, Souza LA, Nascimento RZ, Solé D. Técnicas de fisioterapia respiratória não provocam efeitos adversos na função pulmonar de crianças asmáticas hospitalizadas: ensaio clínico randomizado. *Rev Bras Alerg Immunopatol.* 2010;33(2):63-8.
12. American Thoracic Society; European Respiratory Society. ATS/ERS statement: raised volume forced expirations in infants: guidelines for current practice. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;172(11):1463-71. PMID:16301301. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.200408-1141ST>
13. Unoki T, Mizutani T, Toyooka H. Effects of expiratory rib cage compression and/or prone position on oxygenation

- and ventilation in mechanically ventilated rabbits with induced atelectasis. *Respir Care*. 2003;48(8):754-62. PMID:12890295.
14. Unoki T, Mizutani T, Toyooka H. Effects of expiratory rib cage compression combined with endotracheal suctioning on gas exchange in mechanically ventilated rabbits with induced atelectasis. *Respir Care*. 2004;49(8):896-901.
 15. Uzawa Y, Yamaguchi Y, Kaneko N, Miyagawa T. Change in lung mechanics during chest physical therapy techniques. *Respir Care*. 1999;42(11):1087.
 16. Respiratory function measurements in infants: measurement conditions. American Thoracic Society/European Respiratory Society. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;151(6):2058-64. PMID:7767557.
 17. Lesouef PN, England SJ, Bryan AC. Passive respiratory mechanics in newborns and children. *Am Rev Respir Dis*. 1984;129(4):552-6. PMID:6711998.
 18. Respiratory mechanics in infants: physiologic evaluation in health and disease. American Thoracic Society/European Respiratory Society. *Am Rev Respir Dis*. 1993;147(2):474-96. PMID:8430975.
 19. Gappa M, Colin AA, Goetz I, Stocks J; ERS/ATS Task Force on Standards for Infant Respiratory Function Testing. European Respiratory Society/American Thoracic Society. Passive respiratory mechanics: the occlusion techniques. *Eur Respir J*. 2001;17(1):141-8. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.01.17101410>
 20. Postiaux G, Ladha K, Lens E. Proposition d'une kinésithérapie respiratoire confortée par l'équation de Rohrer. *Ann Kinésithér*. 1995;22(8):342-54.
 21. Schechter MS. Airway clearance applications in infants and children. *Respir Care*. 2007;52(10):1382-90; discussion 1390-1. PMID:17894905.
 22. Oberwaldner B. Physiotherapy for airway clearance in paediatrics. *Eur Respir J*. 2000;15(1):196-204. PMID:10678646. <http://dx.doi.org/10.1183/09031936.00.15119600>
 23. Campbell AH, O'Connell JM, Wilson F. The effect of chest physiotherapy upon the FEV1 in chronic bronchitis. *Med J Aust*. 1975;1(2):33-5. PMID:1128356.
 24. Newton DA, Stephenson A. Effect of physiotherapy on pulmonary function. A laboratory study. *Lancet*. 1978;2(8083):228-9. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(78\)91742-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(78)91742-7)
 25. Hardy KA, Wolfson MR, Schidlow DV, Shaffer TH. Mechanics and energetics of breathing in newly diagnosed infants with cystic fibrosis: effect of combined bronchodilator and chest physical therapy. *Pediatr Pulmonol*. 1989;6(2):103-8. PMID:2927967. <http://dx.doi.org/10.1002/ppul.1950060209>
 26. Fontoura AL, Silveira MA, Almeida CS, Jones MH. Aumento do fluxo expiratório produzido pelas técnicas de fisioterapia respiratória em lactentes. *Scientia Medica (Porto Alegre)*. 2005;15(1):16-20.

Sobre os autores

Fernanda de Cordoba Lanza

Professora Colaboradora. Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho – UNINOVE – São Paulo (SP) Brasil.

Gustavo Falbo Wandalsen

Professor Adjunto. Disciplina de Alergia, Imunologia Clínica e Reumatologia, Departamento de Pediatria, Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina – UNIFESP/EPM – São Paulo (SP) Brasil.

Carolina Lopes da Cruz

Mestranda. Disciplina de Alergia, Imunologia Clínica e Reumatologia, Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina – UNIFESP/EPM – E Fisioterapeuta. Setor de Pediatria e Neonatologia, Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo (SP) Brasil.

Dirceu Solé

Professor Titular. Disciplina de Alergia, Imunologia Clínica e Reumatologia, Departamento de Pediatria, Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina – UNIFESP/EPM – São Paulo (SP) Brasil.