

# Inaloterapia de $\beta_2$ -agonista com pressão expiratória positiva

*Inhalation of  $\beta_2$ -agonist with positive expiratory pressure*

João A. Reis Jr.<sup>1</sup>, Mário R. Hirschheimer<sup>2</sup>, Fernando Fernandes<sup>3</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a eficácia terapêutica da associação de inaloterapia de  $\beta_2$ -agonista com pressão expiratória positiva (PEP) em crianças com crise de asma aguda.

**Método:** Em estudo prospectivo, foram selecionados 24 pacientes entre 6 e 14 anos de idade, sendo 9 meninas e 15 meninos, 24 horas após admissão no Serviço de Pediatria do Hospital do Servidor Público Municipal de São Paulo por crise de asma, com quadro clínico estável. Os pacientes realizaram provas de função pulmonar (PFP), seguindo recomendações da *American Thoracic Society*, imediatamente antes e 20 minutos após inalação com fenoterol, com ou sem PEP, segundo sorteio aleatório. Depois de um intervalo de 6 a 24 horas, o mesmo paciente realizava os mesmos procedimentos usando PEP, se não o havia feito na vez anterior. Foram medidos: capacidade vital forçada (CVF); volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ); volume expiratório forçado no terceiro segundo ( $VEF_3$ ); pico de fluxo expiratório (PFE), e fluxo expiratório forçado ( $FEF_{25-75}$ ). O teste Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a forma da distribuição da população, com significância  $\leq 0,05$ , admitindo distribuição normal das variáveis.

**Resultados:** As taxas de variação das médias do tratamento com inaloterapia de fenoterol com PEP, quando comparadas com seu uso sem PEP, foram significativamente melhores ( $p < 0,05$ ) nas medidas de  $VEF_1$  (-3,05), PFE (-2,42) e  $FEF_{25-75}$  (-3,24).

**Conclusão:** Em pacientes asmáticos, a inaloterapia de  $\beta_2$ -agonista associada ao PEP tem melhor efeito broncodilatador do que o mesmo procedimento sem o PEP.

**Palavras-chave:** Asma; beta-agonistas adrenérgicos; respiração com pressão positiva (PEEP); criança.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the therapeutic effectiveness of the association of inhalation therapy of  $\beta_2$ -agonist with positive expiratory pressure (PEP) in children with acute asthma crisis.

**Method:** This prospective study included 24 patients from 6 to 14 years old (9 girls and 15 boys), 24 hours after admission in the Pediatric Service of the Hospital do Servidor Público Municipal de São Paulo for asthma crisis, with a stable clinical status. Patients were randomly assigned to fenoterol inhalation with or without PEP. Immediately prior and 20 minutes after therapy pulmonary function tests (PFT) were performed according to recommendations of the American Thoracic Society. After an interval of 6 to 24 hours, the same patient accomplished the same procedures using PEP, if this was not the case in the previous time. The following measures were studied: forced vital capacity (FVC); forced expiratory volume in one second ( $VEF_1$ ); forced expiratory volume in the third second ( $VEF_3$ ); peak expiratory flow rate (PEFR), and forced expiratory flow ( $FEF_{25-75}$ ). Statistics were done with Kolmogorov-Smirnov test, being significant  $p \leq 0.05$ .

**Results:** The treatment with fenoterol inhalation with PEP compared being its use without PEP was significantly better, regarding the differences obtained at  $VEF_1$ , PEFR and  $FEF_{25-75}$ .

**Conclusion:** In asthmatic patients, the  $\beta_2$ -agonist inhalation therapy associated to PEP has a better bronchodilator effect than the same procedure without PEP.

**Key-words:** Asthma; adrenergic beta-agonists; positive pressure respiration (PEEP); child.

<sup>1</sup>Fisioterapeuta da Clínica de Pediatria do Hospital do Servidor Público Municipal – São Paulo/SP, mestre em Ciências do Movimento pela Universidade Guarulhos.

<sup>2</sup>Supervisor técnico médico e chefe da Clínica Pediátrica do Hospital Municipal Infantil Menino Jesus – São Paulo/SP e ex-médico-chefe da Clínica de Pediatria do Hospital do Servidor Público Municipal – São Paulo/SP

<sup>3</sup>Doutor em Pediatria pela Universidade Federal de São Paulo

Endereço para correspondência:

Dr. Mário Roberto Hirschheimer  
Rua Indiana, 337, apto. 51 – Brooklin  
CEP 04562-000 – São Paulo/SP  
E-mail: msfsh@ajato.com.br

Recebido em: 6/8/2004

Aprovado em: 11/11/2004

## Introdução

As principais características da crise de asma são as alterações inflamatórias das vias aéreas associadas à hiper-responsividade brônquica, que resultam em broncoespasmo e formação de rolhas de secreção. Terapia broncodilatadora e manobras para facilitar a eliminação dessa secreção são importantes no manejo da enfermidade.

Pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) em respiração espontânea freqüentemente usam a resistência dos lábios para criar um retardo e certa resistência ao fluxo aéreo expirado. Isso causa uma alteração da resistência intrínseca das vias aéreas, melhorando a ventilação de áreas pulmonares, antes hipoventiladas, com redução do colapso de vias aéreas<sup>(1)</sup>. Nos estudos com pacientes normais e com DPOC, observou-se que a pressão alcançada durante a expiração com os lábios semicerrados girava em torno de 5 cmH<sub>2</sub>O<sup>(2)</sup>, mas que havia uma redução do volume sistólico do ventrículo direito, com imediata e desproporcional redução do volume sistólico do ventrículo esquerdo quando tal pressão alcançava 10 cmH<sub>2</sub>O<sup>(3)</sup>.

A pressão expiratória positiva (PEP) foi inicialmente usada como um método para reinsuflar partes colapsadas dos pulmões e aumentar a ventilação colateral<sup>(4)</sup>.

Estudos em adultos indicam que os efeitos da PEP na biomecânica da asma favorecem a desobstrução das vias aéreas, com melhora do fluxo aéreo nas vias obstruídas, aumento da depuração de muco dessas regiões<sup>(5)</sup>, maior broncodilatação e redução da hiperinsuflação. Estes efeitos ocorrem em crises moderadas de asma com PEP entre 7 e 9 cmH<sub>2</sub>O<sup>(6)</sup>.

Há efeito benéfico significativo e atenuação dos sintomas quando a inalação de broncodilatador é usada com PEP ou pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) em pacientes adultos com asma induzida por exercícios que expiram em uma coluna de água de 10 cm<sup>(7)</sup>, pois se admite que o uso de PEP facilita a deposição da medicação inalada<sup>(8)</sup>.

Na prevenção de complicações pulmonares de cirurgias cardíacas e pulmonares foram comparadas técnicas com uso de CPAP, resistência inspiratória com PEP (RI-PEP) e PEP. A RI-PEP apresentou menor redução da PaO<sub>2</sub> e igual diminuição da capacidade vital forçada (CVF), assim como da freqüência de atelectasias, quando comparada às outras duas técnicas. Assim, não existe parâmetro que oriente a escolha entre essas técnicas para completar a fisioterapia torácica convencional<sup>(9)</sup>. Resultados semelhantes também foram observados em pacientes submetidos à cirurgia abdominal alta<sup>(10)</sup>.

O uso da PEP tem se tornado mais freqüente nos últimos anos. O crescente aumento do número de pesquisas tem tornado mais segura sua aplicação e a determinação de sua eficácia em adultos<sup>(4-8)</sup>. Isso nos encorajou a estudar a ação da PEP em crianças com crise asmática, uma vez que pesquisas a respeito da inaloterapia com  $\beta_2$ -agonista combinada com PEP em adultos asmáticos ainda estão em andamento no Brasil. Assim, o objetivo desta investigação foi avaliar a eficácia terapêutica da associação da PEP com inaloterapia de drogas  $\beta_2$ -agonistas em relação à mesma aerossolterapia sem a PEP, em crianças com crise asmática.

## Método

No período de maio de 2000 a julho de 2001 foram selecionados 24 pacientes em tratamento clínico hospitalar, 24 horas após sua admissão por crise de asma (CID10 J45.9), com quadro clínico estável, internados na enfermaria da Clínica de Pediatria do Hospital do Servidor Público Municipal de São Paulo, sendo 9 (37,5%) do sexo feminino e 15 (62,5%) do masculino. O projeto de pesquisa e o termo de consentimento informado a ser assinado pelos responsáveis legais dos pacientes foram aprovados pela Comissão de Ética em Pesquisa do Hospital. Os desfechos avaliados foram o aumento do efeito broncodilatador e a melhora do fluxo expiratório.

A inclusão dos pacientes seguiu os critérios abaixo:

- atendimento inicial no pronto-socorro por broncoespasmo e dispnéia;
- idade entre 6 e 15 anos;
- crise com duração maior que 6 horas;
- história prévia de outras crises de broncoespasmo, que melhoraram com o uso de broncodilatadores;
- resposta inicial pobre à terapia com broncodilatadores na crise atual, necessitando corticoterapia;
- radiografia torácica sem outras anormalidades, além das atribuíveis à crise asmática;
- não ter feito uso de broncodilatadores ou realizado fisioterapia respiratória nas últimas 4 horas.

Foram excluídos da pesquisa os pacientes com:

- cirurgia prévia há menos de três meses;
- cianose;
- alteração do nível de consciência ou confusão mental;
- hipotensão arterial;
- sudorese excessiva;
- ausência ou diminuição importante de murmúrio vesicular;

- FC maior que 140 bpm ou menor que 60 bpm (11 pacientes);
- FR maior que 40 rpm (11 pacientes);
- associação com doença infecciosa evidente;
- presença de deformidades torácicas;
- não conseguir realizar a prova de função pulmonar após oito tentativas.

Todas as crianças realizaram prova de função pulmonar (PFP) seguindo as recomendações da *American Thoracic Society*<sup>(11)</sup>, sem uso de obturador nasal, para medida de capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), volume expiratório forçado no terceiro segundo ( $VEF_3$ ), pico de fluxo expiratório (PFE) e fluxo expiratório forçado 25-75 ( $FEF_{25-75}$ ).

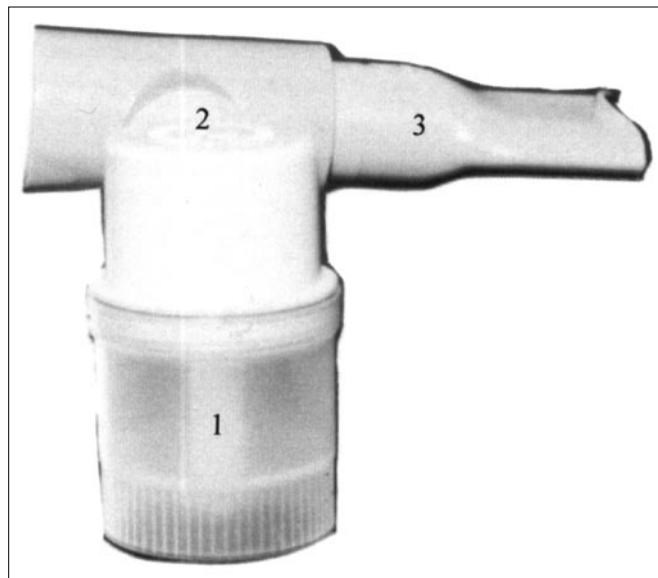
Os pacientes receberam orientação sobre a técnica para realizar as provas de função pulmonar. Após as provas, o paciente fazia a inalação com beta-adrenérgico, conforme sorteio simples, para uso ou não de PEP. Depois de um intervalo superior a 6 horas e inferior a 24 horas, o mesmo paciente realizava outra inalação da outra forma (com dispositivo de PEP, se não havia empregado na vez anterior, e vice-versa).

A droga utilizada foi o bromidrato de fenoterol, na dose de 0,08 mg/kg (dose máxima de 2,5 mg), diluído em 10 mL de SF para evitar hiperosmolaridade da solução de nebulização<sup>(12)</sup>. Passados 20 minutos do término da inaloterapia, repetiam-se as provas de função pulmonar. As inalações foram feitas com um fluxo de oxigênio de 6 L/min. O tempo de inalação não excedeu 20 minutos, cuidando-se para que todo o conteúdo do copo fosse nebulizado. O selo de água para o PEP foi estabelecido em 5 cmH<sub>2</sub>O.

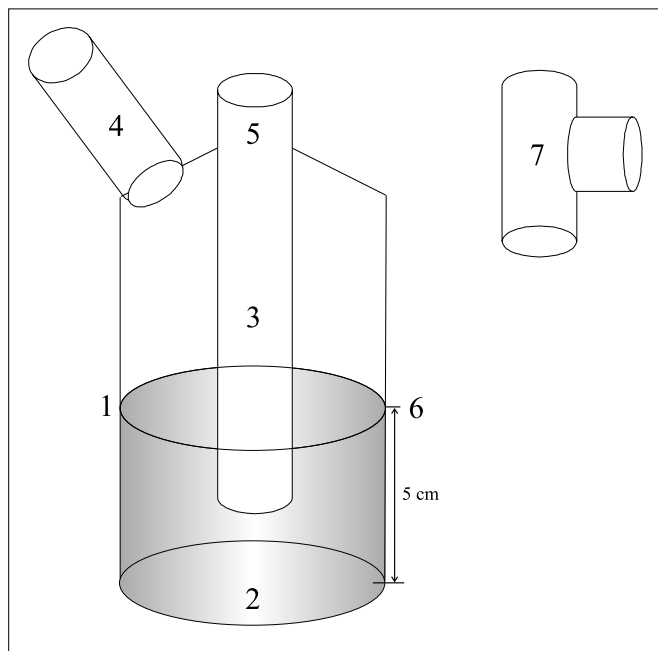
Orientou-se a criança a prolongar sua expiração durante as inalações, para aumentar o volume corrente, pois a expiração retardada permite maior tempo para a retenção da medicação nas vias aéreas. Foram usados bocais devido aos efeitos sistêmicos dos broncodilatadores serem maiores quando aplicados com máscaras<sup>(13)</sup>.

O sistema de inalação sem o PEP está esquematizado na Figura 1 e o dispositivo de PEP em selo d'água utilizado, na Figura 2. A Figura 3 mostra o sistema de inalação acoplado ao dispositivo de PEP. A função pulmonar foi avaliada com espirômetro em selo de água, tipo Stead-Wells (Collins plus Sistem Survey II, versão 5.12, Warren. E. Collins®, Inc. Braintree).

Para análise estatística, foi usado o teste Kolmogorov-Smirnov para verificar a aderência dos dados à distribuição normal da população, admitindo a distribuição das



**Figura 1** – Sistema de inalação sem PEP, composto por: (1) inalador Calgimed® (São Paulo/SP); (2) tubo em T, modelo 8012, Oxigel® (São Paulo/SP), e (3) bocal, modelo 1560, Bird Coproration® (Palm Springs/Califórnia – EUA)

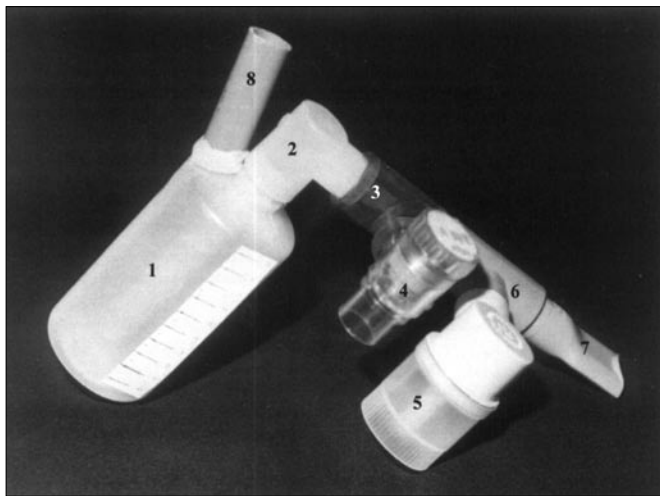


**Figura 2** – Dispositivo de PEP em selo de água: (1) recipiente de 250 cm<sup>3</sup>; (2) base com diâmetro 6 cm; (3) tubo cilíndrico de PVC com 2 cm de diâmetro e 12 cm de altura; (4) tubo expiratório cilíndrico em PVC com 2 cm de diâmetro e 7 cm de altura; (5) orifício de entrada do recipiente com 2 cm de diâmetro e 2 cm de altura; (6) nível de PEP ajustado em 5 cmH<sub>2</sub>O; (7) conector em cotovelo de 90° acoplável ao tubo expiratório

variáveis CVF, VEF<sub>1</sub>, VEF<sub>3</sub>, FEF<sub>25-75</sub> e PEF<sub>máx</sub>, com uso de PEP e sem uso de PEP. A melhora das provas de função pulmonar obtida após a inaloterapia foi comparada entre os dois grupos (sem PEP e com PEP) por meio do teste t pareado (teste t de Student). Os valores de  $p \leq 0,05$  foram definidos como significantes.

## Resultados

As Tabelas 1 e 2 apresentam todas os resultados das provas de função pulmonar antes e depois da inaloterapia com fenoterol sem PEP e com PEP, permitindo a comparação com



**Figura 3** – Circuito de PEP, composto por: (1) reservatório de água para produção do PEP, como na Figura 2; (2) conector em cotovelo 90º (modelo 7082, Oxigel®, São Paulo/SP); (3) bifurcação 22 mm x 15 mm x 22 mm (modelo 5512, Bird Corporation®, Palm Springs/Califórnia – EUA); (4) válvula unidirecional (Draeger®, Lübeck – Alemanha); (5) inalador (Calgimed®, São Paulo/SP); (6) tubo em T (modelo 7082, Oxigel®, São Paulo/SP); (7) bucal (modelo 1560, Bird Corporation®, Palm Springs/Califórnia – EUA), 20 mm x 12 cm; (8) tubo PVC 20 mm x 7 cm (Tigre®, São Paulo/SP), e, internamente, conforme a Figura 2, um tubo de PVC 20 mm x 12 cm, que determina o nível de pressão. No recipiente de plástico, com capacidade de 250 ml, está introduzida uma coluna de PVC de 12 cm que determinará o nível de PEP. São necessários 150 ml de água no recipiente para atingir o nível de PEP igual a 5 cm de H<sub>2</sub>O. Uma coluna externa expiratória (8) evita a perda de água devido ao borbulhamento na expiração. Mediu-se a resistência ao fluxo no circuito, do bucal até o nível de água, e foi constatada como desprezível (Manovacuômetro nº 210, Medbras®, São Paulo/SP). O peso do sistema sem água foi igual a 160 g e com água, 330 g (Balança Multidigital®, KLD Eletrônica Ltda., São Paulo/SP)

os valores normais preditos para a amostra, de acordo com os índices do programa Collins II, que têm parâmetros de função pulmonar correspondentes aos obtidos por Mahajan<sup>(14)</sup> e Chowgule<sup>(15)</sup>.

A Tabela 3 mostra a aplicação do teste t de Student pareado para a melhora apresentada nas Tabelas 1 e 2. O t calculado analisa o percentual de melhora dos parâmetros das provas de função pulmonar, comparando os resultados depois do uso de broncodilatador (pós-Bd) em relação ao valor antes do seu uso (pré-Bd), de acordo com a fórmula (pós-Bd – pré-Bd) / pré-Bd x 100, nas duas tabelas. O t tabelado considerado significativo ( $p \leq 0,05$ ) foi menor que -2,06865, nesta amostra de 24 pacientes.

Dessa forma, observa-se que os valores foram significativamente diferentes nas Tabelas 1 e 2 para os valores para VEF<sub>1</sub> (7,82% sem uso de PEP e 16,76% com o uso de PEP), FEF<sub>25-75</sub> (13,68% sem uso de PEP e 21,37% com o uso de PEP) e PFE<sub>máx</sub> (6,44% sem uso de PEP e 14,56% com o uso de PEP). Ou seja, quando os pacientes fizeram uso do dispositivo de PEP, a melhora foi significativamente mais acentuada nessas variáveis.

## Discussão

Nos pacientes asmáticos, a obstrução das vias aéreas pode causar seu fechamento durante a expiração, o que causa aprisionamento do ar alveolar e aumento do gradiente de pressão transpulmonar<sup>(4)</sup>. O colapso das vias aéreas ocorre quando a pressão pleural fica mais alta que a pressão brônquica. Nesta situação, a pressão transmural torna-se negativa<sup>(16)</sup>.

A aplicação de uma pressão positiva intraluminal pode prevenir tal colapso. O aumento do diâmetro brônquico favorece a vazão do volume, reduz a pressão alveolar e proporciona um aumento nos fluxos ventilatórios<sup>(17)</sup>, o que ajuda a mobilizar as secreções<sup>(4)</sup>. Com a redução do volume de ar aprisionado, a diminuição da relação (espaço morto / volume corrente) e o aumento as trocas gasosas pulmonares<sup>(18)</sup>, ocorre redução da vasoconstrição local causada também pela hipóxia<sup>(16)</sup>.

Para manutenção constante dessa pressão é necessário o uso de uma resistência independente do fluxo. A carga imposta por essa resistência aumenta a eficiência da ventilação, por reduzir o trabalho ventilatório, ao mudar a relação comprimento-tensão da musculatura ventilatória<sup>(19)</sup>, diminuindo, assim, o gasto de O<sub>2</sub> durante a ventilação<sup>(16)</sup>.

A aplicação da PEP em pacientes com fibrose cística resulta em melhor eliminação de secreções e aumento da

**Tabela 1** – Provas de função pulmonar antes (pré-Bd) e após (pós-Bd) inalação com broncodilatador sem o uso de PEP (n = 24)

Parâmetro	Pré-Bd ± DP	Pós-Bd ± DP	Predito ± DP	Melhora
CVF	1,55 ± 0,52	1,69 ± 0,47	2,04 ± 0,49	6,86%
VEF <sub>1</sub>	1,26 ± 0,42	1,40 ± 0,41	1,79 ± 0,41	7,82%
VEF <sub>3</sub>	1,49 ± 0,51	1,64 ± 0,46	1,92 ± 0,62	7,81%
VEF <sub>1</sub> /CVF%	81,58 ± 11,55	83,21 ± 10,87	89,67 ± 1,90	1,82%
FEF <sub>25-75</sub>	1,24 ± 0,65	1,56 ± 0,75	2,34 ± 0,50	13,68%
PFE <sub>máx</sub>	2,73 ± 1,08	3,00 ± 0,95	4,19 ± 1,21	6,44%

**Tabela 2** – Provas de função pulmonar dos mesmos pacientes da Tabela 1 antes (Pré-Bd) e após (pós-Bd) inalação com broncodilatador com o uso de Pressão Expiratória Positiva (PEP)

Parâmetro	Pré-Bd ± DP	Pós-Bd ± DP	Predito ± DP	Melhora
CVF	1,51 ± 0,54	1,77 ± 0,55	2,04 ± 0,49	12,75%
VEF <sub>1</sub>	1,18 ± 0,44	1,48 ± 0,49	1,79 ± 0,41	16,76%
VEF <sub>3</sub>	1,44 ± 0,53	1,72 ± 0,53	1,92 ± 0,62	14,58%
VEF <sub>1</sub> /CVF%	78,67 ± 11,94	82,54 ± 11,59	89,67 ± 1,90	4,32%
FEF <sub>25-75</sub>	1,11 ± 0,57	1,61 ± 0,73	2,34 ± 0,50	21,37%
PFE <sub>máx</sub>	2,67 ± 1,04	3,28 ± 1,11	4,19 ± 1,21	14,56%

saturação arterial de oxigênio (SatO<sub>2</sub>), da capacidade vital forçada (CVF), do volume expiratório forçado (VEF<sub>1</sub>) e do fluxo expiratório forçado (FEF<sub>25-75</sub>), quando comparada à fisioterapia torácica convencional (FtC), isto é, drenagem, percussão e exercícios respiratórios<sup>(4,20)</sup>.

Em crianças infectadas com o vírus HIV e com infecções pulmonares recorrentes, o uso da PEP resultou na redução da incidência de infecções pulmonares e, conseqüentemente, do uso de antibiótico. Além disso, observou-se, com a melhora da remoção de secreções pulmonares e otimização da função, ao recrutar regiões pulmonares fechadas, o aumento nos valores de CVF e VEF<sub>1</sub><sup>(21)</sup>.

Uma metanálise concluiu que a PEP e a fisioterapia torácica convencional produzem resultados equivalentes na eliminação de secreções pulmonares<sup>(22)</sup>. A fisioterapia torácica convencional com o uso de máscara de PEP, para prevenir complicações pulmonares após cirurgia cardíaca, resultou em aumento da pressão de oxigênio arterial (PaO<sub>2</sub>). Um estudo que comparou a associação de resistência inspiratória com PEP e com fisioterapia torácica convencional mostrou que a frequência de colapsos pulmonares foi igual<sup>(23)</sup>.

Aumentos das CVF e VEF<sub>1</sub> podem ser devidos à redução da obstrução das vias aéreas<sup>(4,24)</sup> e ao aumento do fluxo médio expiratório forçado (FEF<sub>25-75</sub>)<sup>(25)</sup>. Aumento do VEF<sub>1</sub> e FEF<sub>25-75</sub> foram observados no presente trabalho, porém as alterações da CVF não foram significativas.

**Tabela 3** – Resultado do teste t de Student pareado comparando as Tabelas 1 e 2, considerando as taxas de melhora após o uso de Bd. O t tabelado para esta amostra de 24 pacientes foi de - 2,06865 para ser considerado significativo (p < 0,05)

Variáveis	t calculado	p
CVF	- 1,644	0,1139
VEF <sub>1</sub>	- 3,047	0,0057
VEF <sub>3</sub>	- 2,055	0,0514
VEF <sub>1</sub> /CVF	- 1,284	0,2118
FEF <sub>25-75</sub>	- 2,419	0,0239
PFE <sub>máx</sub>	- 3,239	0,0036

A distribuição do aerossol nas vias aéreas inferiores é mais heterogênea quanto maior a gravidade da crise de asma. A diferença de fluxo inspiratório nas vias aéreas com graus diferentes de obstrução privilegia a deposição do aerossol nas vias mais centrais<sup>(26)</sup>. É importante considerar que a quantidade de droga depositada nas vias aéreas é determinante da sua resposta local<sup>(27)</sup> e que tal deposição depende também do sistema de inalação usado, o que, portanto, influencia seu efeito broncodilatador<sup>(28)</sup>. A PEP aumenta a pressão intrabronquial, movendo o ponto de igual pressão em direção à boca, dilatando as vias aéreas comprimidas ou fechadas<sup>(25)</sup> e favorecendo o contato da névoa com a parede brônquica.

Um dos critérios para desconsiderar os dados de uma prova de função pulmonar foi a impossibilidade de obter manobra aceitável após pelo menos oito tentativas, pois isso poderia resultar em menor precisão para  $FEF_{25-75}$  e maior probabilidade de resultados falsos negativos<sup>(11,29)</sup>. Não há recomendação para a padronização das provas de função pulmonar em crianças não-colaborativas<sup>(30)</sup>. Para realizar as provas de função pulmonar é preciso ter um relacionamento amigável com o paciente. A inabilidade da criança (principalmente no primeiro teste, por ser o primeiro contato com a máquina após a orientação do examinador) e a relutância da mesma em se submeter ao procedimento por temer desconforto ou risco dificultam a realização das provas.

Os resultados deste estudo mostram que o uso de inaloterapia com  $\beta_2$ -agonistas com PEP leva aumento significativo no  $VEF_1$ , PFE,  $FEF_{25-75}$ , comparado a seu uso sem PEP pelo mesmo paciente. Os escassos dados da literatura não permitem ainda discutir se a PEP, sem o emprego simultâneo de broncodilatador por via inalatória, alteraria os resultados das provas de função pulmonar.

Pode-se concluir, portanto, que inaloterapia de  $\beta_2$ -agonista associada à PEP aumenta o efeito broncodilatador, do que o mesmo procedimento sem PEP, em crianças e adolescentes com crise de asma. Sendo um método simples, fácil de aplicar e de baixo custo (por não necessitar de geradores de alto fluxo, como o CPAP), a PEP pode ser utilizada em hospitais, pronto-socorros ou ambulatoriais, sem maiores riscos para os pacientes<sup>(8)</sup>.

## Referências bibliográficas

1. Thoman RL, Stoker GL, Ross JC. The efficacy of pursed-lips breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 1966;93:100-6.
2. Van der Schans CP, De Jong W, Kort E. Mouth pressures during pursed lips breathing. *Physiotherapy* 1995;11:29-34.
3. Perschau RA, Pepine CJ, Wilmer WN. Instantaneous blood flow responses to positive end-expiratory pressure with spontaneous ventilation. *Circulation* 1979;59:1312-8.
4. McLlwaive PM, Wong LT, Peacock D. Long-term comparative trial of conventional postural drainage and percussion versus positive expiratory pressure physiotherapy in the treatment of cystic fibrosis. *J Pediatr* 1997;131:570-4.
5. Mortensen J, Falk M, Groth S. The effects of postural drainage and positive expiratory pressure physiotherapy on tracheobronchial clearance in cystic fibrosis. *Chest* 1991;100:1350-7.
6. Dukov LG, Efremushkina A, Mal'chenko TD. The effect of positive end-expiratory pressure on respiratory biomechanics in bronchial asthma. *Ter Arkh* 1997;69:42-5.
7. Martin JG, Shore S, Engel LA. Effect of continuous positive airway pressure on respiratory mechanics and pattern of breathing in induced asthma. *Am Rev Respir Dis* 1982;126:812-7.
8. Christensen EF, Norregaard O, Jensen LW. Inhaled beta<sub>2</sub> agonist and positive expiratory pressure in bronchial asthma. Influence on airway resistance and functional residual capacity. *Chest* 1993;104:1108-13.
9. Larsen KR, Ingwersen U, Bertelsen MT. Prevention of postoperative pulmonary complications after heart-lung surgery. Comparison of 3 different mask physiotherapy regimens. *Ugeskr Laeger* 1994;156:5689-92.
10. Christensen EF, Schultz P, Jensen OV. Postoperative pulmonary complications and lung function in high-risk patients: a comparison of three physiotherapy regimens after upper abdominal surgery in general anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1991;35:97-104.
11. American Thoracic Society. Standardization of spirometry. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:1107-36.
12. O'Callaghan C, Barry PW. The science of nebulised drug delivery. *Thorax* 1997;52(suppl 2):s31-s44.
13. Lowenthal D, Kattan M. Face masks versus mouthpieces for aerosol treatment of asthmatic children. *Pediatr Pulmonol* 1992;14:192-6.
14. Mahajan KK, Mahajan A. Ventilatory lung function tests in school children of 6-13 years. *Indian J Chest Dis Allied Sci* 1997;39:97-105.
15. Chowgule RV, Shetye VM, Parmar JR. Lung function tests in normal Indian children. *Indian Pediatr* 1995;32:185-91.
16. Van der Schans CP, De Jong W, De Vries G. Effects of positive expiratory pressure breathing exercise in patients with COPD. *Chest* 1994;105:782-9.
17. Van der Schans CP, De Jong W, De Vries G. Respiratory muscle activity and pulmonary function during acutely induced airways obstruction. *Physiother Res Int* 1997;2:167-94.
18. Mueller RE, Petty TL, Filley GF. Ventilation and arterial blood gas changes induced by pursed lips breathing. *J Appl Physiol* 1991;28:784-9.
19. Ingram RH, Schilder DP. Effect of pursed lips expiration on the pulmonary pressure-flow relationship in obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 1967;96:381-8.
20. Groth S, Stafanger G, Dirksen H. Positive expiratory pressure (PEP-mask) physiotherapy improves ventilation and reduces volume of trapped gas in cystic fibrosis. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1985;21:339-43.
21. Plebani A, Pinzani R, Startari R. Usefulness of chest physiotherapy with positive expiratory pressure (PEP)-mask in HIV-infected children with recurrent pulmonary infection. *Acta Paediatr* 1997;86:1195-7.
22. Thomas J, Cook DJ, Brooks D. Chest physical therapy management of patients with cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:846-50.
23. Larsen KR, Ingwersen U, Thode S. Mask physiotherapy for prevention of pulmonary complications after heart surgery. A controlled study. *Ugeskr Laeger* 1997;159:2096-9.
24. Tsai CF, Tsai JJ. Effectiveness of a positive expiratory pressure device in conjunction with  $\beta_2$ -agonist nebulization therapy for bronchial asthma. *J Microbiol Immunol Infect* 2001;34:92-6.
25. Marini JJ. Editorial. Should PEEP be used in airflow obstruction? *Am Rev Respir Dis* 1989;140:1-3.
26. Melchor R, Biddiscombe M, Mak V. Lung deposition patterns of directly labeled salbutamol in normal subjects and in patients with reverse airflow obstruction. *Thorax* 1993;48:506-11.
27. Pauwels R, Newman S, Borgstrom I. Airway deposition and airway effects of anti-asthma drugs delivered from metered-dose inhalers. *Eur Respir J* 1997;10:2127-38.
28. Borgstrom L, Derom E, Stahl E. The inhalation device influences lung deposition and bronchodilating effect of terbutaline. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:1636-40.
29. Studnicka M, Frischer T, Neumann M. Determinants of reproducibility of lung function tests in children aged 7 to 10 years. *Pediatr Pulmonol* 1998;25:238-43.
30. Taussing LM. Standardization of lung function testing in children. *J Pediatr* 1980;97:668-76.