

# Artigo Original

## Efeitos da tosse manualmente assistida sobre a mecânica do sistema respiratório de pacientes em suporte ventilatório total\*

Effects of manually assisted coughing on respiratory mechanics in patients requiring full ventilatory support

Katia de Miranda Avena<sup>1</sup>, Antonio Carlos Magalhães Duarte<sup>2</sup>, Sergio Luiz Domingues Cravo<sup>3</sup>, Maria José Junho Sologuren<sup>4</sup>, Ada Clarice Gastaldi<sup>5</sup>

### Resumo

**Objetivo:** A tosse manualmente assistida (TMA) consiste na compressão vigorosa do tórax no início da expiração espontânea ou da fase expiratória da ventilação mecânica. Tendo em vista a utilização rotineira da TMA na unidade de terapia intensiva, a proposta deste estudo foi analisar os efeitos dessa técnica no comportamento da mecânica do sistema respiratório de pacientes submetidos a suporte ventilatório total.

**Métodos:** Foram estudados 16 pacientes intubados, sedados e submetidos à ventilação mecânica controlada, sem participação interativa com o ventilador. A mecânica do sistema respiratório e a saturação periférica de oxigênio foram mensuradas antes e após a aplicação de TMA e após a aspiração traqueal. Foram realizadas 10 aplicações bilaterais da técnica por paciente, com intervalos de 3 ciclos respiratórios entre cada aplicação. **Resultados:** Os dados evidenciaram a diminuição da pressão resistiva e da resistência do sistema respiratório e aumento da saturação periférica de oxigênio após a aplicação da TMA associada à aspiração traqueal. Não foram evidenciadas alterações das pressões de pico, platô e complacência do sistema respiratório após a aplicação da TMA. **Conclusões:** A TMA foi capaz de alterar a mecânica do sistema respiratório, mais especificamente aumentando as forças resistivas através do deslocamento de secreção. A técnica pode ser considerada eficaz e segura para pacientes em pós-operatório imediato. A associação entre TMA e aspiração traqueal mostrou-se benéfica, alcançando os objetivos propostos: deslocamento e remoção de secreção das vias aéreas.

**Descritores:** Tosse; Secreção; Mecânica respiratória, Respiração artificial.

### Abstract

**Objective:** Manually assisted coughing (MAC) consists of a vigorous thrust applied to the chest at the beginning of a spontaneous expiration or of the expiratory phase of mechanical ventilation. Due to routine use of MAC in intensive care units, the objective of this study was to assess the effects of MAC on respiratory system mechanics in patients requiring full ventilatory support. **Methods:** We assessed 16 sedated patients on full ventilatory support (no active participation in ventilation). Respiratory system mechanics and oxyhemoglobin saturation were measured before and after MAC, as well as after endotracheal aspiration. Bilateral MAC was performed ten times on each patient, with three respiratory cycle intervals between each application. **Results:** Data analysis demonstrated a decrease in resistive pressure and respiratory system resistance, together with an increase in oxyhemoglobin saturation, after MAC combined with endotracheal aspiration. No evidence of alterations in peak pressures, plateau pressures or respiratory system compliance change was observed after MAC. **Conclusions:** The use of MAC alters respiratory system mechanics, increasing resistive forces by removing secretions. The technique is considered safe and efficacious for postoperative patients. Using MAC in conjunction with endotracheal aspiration provided benefits, achieving the proposed objective: the displacement and removal of airway secretions.

**Keywords:** Cough; Sputum; Respiratory mechanics; Respiration, artificial.

\* Trabalho realizado no Centro Universitário do Triângulo – UNITRI – Uberlândia (MG) Brasil.

1. Mestre em Fisioterapia pelo Centro Universitário do Triângulo – UNITRI – Uberlândia (MG) Brasil.
2. Coordenador do Serviço de Fisioterapia do Hospital Português, Salvador (BA) Brasil.
3. Livre Docente em Fisiologia pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP) Brasil.
4. Livre Docente em Pediatria pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO – Rio de Janeiro (RJ) Brasil.
5. Doutora em Reabilitação pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP) Brasil.

Endereço para correspondência: Dra. Ada Clarice Gastaldi. Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP USP), USP Prédio Central, Av. Bandeirantes, 3900, CEP 14049-900, Ribeirão Preto, SP, Brasil

Tel 55 16 3602-3058. E-mail: ada@fmrp.usp.br

Apoio Financeiro: Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Ministério da Educação (PROSUP – CAPES – MEC).

Recebido para publicação em 17/1/2007. Aprovado, após revisão, em 16/8/2007.

## Introdução

Pacientes internados em unidades de terapia intensiva (UTI) tendem a reter secreção, o que ocorre devido ao prejuízo do transporte mucociliar.<sup>(1)</sup> O acúmulo de muco é uma situação comum nestes pacientes, principalmente naqueles que utilizam ventilação mecânica por longos períodos, podendo gerar obstrução completa ou parcial da via aérea, o que contribui para a formação de atelectasia, aprisionamento de ar e hiperdistensão pulmonar.<sup>(2)</sup> Como conseqüência, ocorre perda da homogeneidade da ventilação, afetando as trocas gasosas e as propriedades mecânicas do sistema respiratório.<sup>(2,3)</sup>

Melhoras na mecânica do sistema respiratório e na troca gasosa têm sido observadas após o deslocamento de secreção obtido através das diversas técnicas de higiene brônquica.<sup>(4)</sup> Dentre estas técnicas destaca-se a tosse manualmente assistida (TMA).

A TMA<sup>(5,6)</sup> é denominada, por alguns autores, *quad cough*,<sup>(4,7)</sup> compressão torácica manual,<sup>(8)</sup> pressão torácica manual ou *squeezing*.<sup>(9,10)</sup> A técnica consiste na compressão vigorosa do tórax no início da expiração espontânea ou da fase expiratória da ventilação mecânica.<sup>(4,6,11-15)</sup> Como o próprio nome sugere, a TMA procura simular um dos mecanismos mais eficazes de depuração das vias aéreas: a tosse.<sup>(16)</sup> Esta manobra promove um aumento da força de compressão durante a expiração,<sup>(11)</sup> aumentando a velocidade do ar expirado, e é útil na mobilização das secreções em direção à traquéia, de onde podem ser removidas através da tosse ou da aspiração traqueal.<sup>(12)</sup> A técnica pode ser aplicada exclusivamente sobre o tórax, posicionando as mãos bilateralmente sobre o terço inferior do tórax<sup>(5)</sup> ou unilateralmente, com as mãos posicionadas sobre o terço médio e o terço inferior do tórax do paciente,<sup>(11)</sup> ou simultaneamente sobre o tórax e o abdome, posicionando uma das mãos ventralmente sobre o tórax (acima do esterno) e a outra sobre a região abdominal.<sup>(5,11,14,17)</sup>

Estudos têm demonstrado que a TMA é capaz de deslocar secreção das vias aéreas, influenciando na oxigenação e na mecânica pulmonar.<sup>(18)</sup> Além disso, alguns autores sugerem que a utilização freqüente da TMA seja capaz de reduzir a incidência de complicações pulmonares causadas pela retenção de secreção.<sup>(2,14)</sup> A maioria dos estudos publicados se limitou a analisar os efeitos do deslocamento de

secreção através da mensuração do pico de fluxo expiratório, do volume de secreção expectorado e da repercussão na oxigenação.<sup>(2,4,6,12,14,16)</sup> Poucos são os estudos que abordam a TMA, e, os que o fazem, não relatam o comportamento da mecânica do sistema respiratório associada à aplicação da técnica. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a repercussão da TMA sobre o comportamento da mecânica do sistema respiratório de pacientes intubados e ventilados artificialmente.

## Métodos

Foram selecionados seqüencialmente pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos e que foram encaminhados à UTI. O estudo foi realizado no período de janeiro a abril de 2003.

Um termo de consentimento livre esclarecido foi obtido dos responsáveis diretos por cada paciente. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário do Triângulo (UNITRI, Uberlândia, MG, Brasil) e do Hospital Português (Salvador, BA).

Os pacientes incluídos no estudo estavam intubados, sedados e submetidos à ventilação mecânica controlada, sem participação interativa com o ventilador. Os pacientes foram ventilados nos aparelhos Evita 2-Dura e Evita 4 (Dräger Medical, Lubeck, Alemanha), modo volume controlado, volume corrente de 8 mL/kg de peso; fluxo constante (onda quadrada), pressão positiva ao final da expiração (PEEP) igual ou inferior a 10 cmH<sub>2</sub>O, freqüência respiratória ajustada para manter a normocapnia (de acordo com o volume por minuto) e razão entre o tempo inspiratório e o tempo total (Ti/Ttot) de 0,4. Foram excluídos do estudo pacientes que apresentavam história de doença pulmonar prévia, instabilidade hemodinâmica, traqueostomia, anormalidades da parede torácica e/ou abdominal, obesidade, escoliose grave, gravidez, utilização de marcapasso cardíaco, pneumotórax, tórax instável, presença de fragilidade vascular, PEEP maior que 10 cmH<sub>2</sub>O.<sup>(19,20)</sup>

## Variáveis mensuradas

Para a medida de pressão de pico inspiratório (Ppico) foi considerado o valor demonstrado no visor do ventilador mecânico, medido em cmH<sub>2</sub>O.<sup>(18)</sup> A pressão de platô do sistema respiratório (Pplatô) foi obtida, em cmH<sub>2</sub>O, através da técnica de

oclusão rápida das vias aéreas durante uma insuflação com fluxo constante.<sup>(18)</sup> A pressão resistiva do sistema respiratório (Presistiva) foi obtida, em  $\text{cmH}_2\text{O}$ , através do cálculo da diferença entre Ppico e Pplatô.<sup>(3)</sup> A resistência do sistema respiratório (Rsr) foi calculada, em  $\text{cmH}_2\text{O}/\text{L/s}$ , através da razão entre Presistiva e o fluxo inspiratório.<sup>(18)</sup> A *dynamic compliance* (Cdyn, complacência dinâmica) foi obtida, em  $\text{mL}/\text{cmH}_2\text{O}$ , dividindo-se o volume corrente pela Ppico subtraída da PEEP.<sup>(18)</sup> A *static compliance* (Cstat, complacência estática) foi calculada, em  $\text{mL}/\text{cmH}_2\text{O}$ , dividindo-se o volume corrente pela Pplatô subtraída da PEEP.<sup>(18)</sup> A saturação periférica de oxigênio ( $\text{SpO}_2$ ) foi mensurada através do monitor de sinais vitais HP Viridia 24C (Hewlett Packard, Boeblingen, Alemanha), utilizando-se um sensor de dedo.<sup>(21,22)</sup> A secreção foi removida através da aspiração traqueal,<sup>(13)</sup> sendo coletada em coletores estéreis graduados (modelo Broncozamm Tr; Zammi Instrumental Ltda, Duque de Caxias, Brasil).

### Protocolo

Os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal, com a cabeceira do leito a zero grau de inclinação. A mecânica do sistema respiratório foi monitorizada por um fisioterapeuta, enquanto a TMA foi aplicada por outro fisioterapeuta, estando este cego para as condições iniciais da mecânica do sistema respiratório de cada paciente. Ambos os fisioterapeutas foram previamente treinados para a realização do estudo. A TMA consistiu na compressão vigorosa do tórax, realizada bilateralmente, estando as mãos posicionadas no terço inferior do tórax do paciente.<sup>(11)</sup> A técnica foi aplicada no início da fase expiratória da ventilação mecânica, sendo realizadas 10 aplicações da TMA por paciente, com intervalos de três ciclos respiratórios entre cada aplicação. Durante cerca de 1 min após a realização da TMA, nenhuma intervenção foi realizada, permitindo a estabilização da ventilação e, em seguida, uma nova monitorização foi realizada (medidas pós-TMA). Após a segunda monitorização, os pacientes foram submetidos à aspiração traqueal, realizada através do tubo orotraqueal. Os pacientes foram hiperoxigenados (fração inspirada de oxigênio  $[\text{FiO}_2]$  de 1,0) 1 min antes do procedimento, para evitar hipoxemia. Uma nova monitorização da mecânica do sistema respiratório foi realizada 1 min após

a aspiração traqueal (medidas pós-aspiração). O desenvolvimento de hipotensão arterial, hipoxemia, bradicardia ou broncoespasmo<sup>(23,24)</sup> foi registrado na ficha de avaliação dos pacientes.

### Análise estatística

A análise de variância para medidas repetidas (*one-way*) foi utilizada para avaliar o comportamento da mecânica do sistema respiratório e da saturação periférica de oxigênio pré-TMA, pós-TMA e pós-aspiração. Para isolar os grupos que foram estatisticamente diferentes, foi utilizado o método de Student-Newman-Keuls. O nível de significância estatística foi estabelecido em 0,05 ou 5%.

### Resultados

Foram estudados seqüencialmente 16 pacientes submetidos a procedimentos cirúrgicos e que foram posteriormente encaminhados à UTI intubados, sedados e submetidos à ventilação mecânica controlada, sem participação interativa com o ventilador. A média de idade dos pacientes era de  $56,6 \pm 15,2$  anos, sendo que, dos pacientes estudados, doze eram do sexo masculino (75%). As características dos pacientes estudados são detalhadas na Tabela 1.

A Tabela 2 apresenta a análise da mecânica do sistema respiratório (Ppico, Pplatô, Presistiva, Rsr, Cdyn e Cstat) e da  $\text{SpO}_2$  pré-TMA, pós-TMA e pós-aspiração.

Após a análise dos resultados, observou-se que, quando comparados os valores de Ppico, Pplatô, Cdyn e Cstat os momentos pré-TMA, pós-TMA e pós-aspiração, não foram evidenciadas diferenças estatisticamente significantes. Entretanto, quando comparados os valores de Presistiva e Rsr pós-TMA versus pós-aspiração, observou-se uma diminuição estatisticamente significativa. Além disso, observou-se um aumento estatisticamente significativo da  $\text{SpO}_2$  pós-TMA versus pós-aspiração e pré-TMA versus pós-aspiração.

Nenhum paciente apresentou hipotensão arterial, hipoxemia, bradicardia ou broncoespasmo<sup>(23,24)</sup> durante ou após a realização dos procedimentos (TMA e aspiração traqueal). Além disso, nenhum fator que pudesse interferir na mensuração da  $\text{SPO}_2$ , como choque ou má perfusão periférica, foi identificado. Não foi detectada a presença de auto-PEEP em nenhum dos pacientes estudados.

**Tabela 1** – Características dos pacientes estudados (n = 16).

Pac.	Idade (anos)	Sexo	Procedimento cirúrgico	Tempo cirúrgico (min)	Diâmetro tubo orotraqueal (mm)	Duração ventilação mecânica (dias)
1	75	M	PO de DVE por AVE-H	60	8,0	3
2	48	M	PO de LE por abdome agudo inflamatório	130	8,0	2
3	26	F	POI de RM	200	8,0	1
4	74	F	POI de LE por abdome agudo obstrutivo	130	7,5	1
5	64	M	POI de esofagectomia total	480	8,5	2
6	58	M	POI de RM	210	8,5	1
7	70	M	PO de RM	240	8,5	1
8	49	F	POI de clipagem de aneurisma cerebral	150	8,0	2
9	60	M	POI de RM	200	8,5	1
10	36	M	POI de troca de válvula mitral	110	8,5	1
11	68	F	PO de debridamento de pé diabético (PCR no CC)	195	8,5	5
12	64	M	PO de LE por peritonite fecal + colostomia	120	8,5	3
13	63	M	POI de RM	300	8,5	1
14	28	M	POI de troca de válvula aórtica e mitral	310	8,0	1
15	51	M	POI de troca de válvula aórtica	225	9,5	1
16	55	M	POI de RM	270	8,5	1
MA	56,6			208		1,7
DP	15,2			101		1,1

Pac.: paciente; PO: pós-operatório; DVE: derivação ventricular externa; AVE-H: acidente vascular encefálico hemorrágico; LE: laparotomia exploratória; POI: pós-operatório imediato; RM: revascularização do miocárdio; PCR: parada cárdio-respiratória; CC: centro cirúrgico; MA: média aritmética; e DP: desvio padrão.

## Discussão

Muitos estudos têm mostrado a eficácia das técnicas de higiene brônquica no deslocamento de secreção das vias aéreas através da análise do volume de secreção expectorado, da oxigenação e do pico de fluxo expiratório produzido. A revisão da literatura mostrou que a análise específica da mecânica do sistema respiratório em humanos após a utilização da TMA ainda não foi descrita. Este estudo pode, então, ser considerado pioneiro.

Neste estudo, a análise do comportamento das propriedades mecânicas do sistema respiratório (Ppico, Pplatô, Presistiva, Rsr, Cdyn e Cstat) e da SpO<sub>2</sub>, avaliada em 16 pacientes em pós-operatório, demonstrou que, após a realização de TMA seguida de aspiração traqueal, houve diminuição da Presistiva e da Rsr e aumento da SpO<sub>2</sub>. A comparação entre a condição inicial das variáveis e o momento pós-aspiração demonstrou que os pacientes, após serem submetidos à TMA associada à aspiração traqueal, retornaram a uma condição semelhante à basal,

com exceção da SpO<sub>2</sub>, que apresentou um aumento estatisticamente significativo.

Em relação à Presistiva e Rsr, o comportamento apresentado é justificado pelo fato de que a Rsr é obtida através da razão entre a Presistiva e o fluxo inspiratório. Como os pacientes estudados estavam ventilados em um modo que utiliza fluxo inspiratório constante, era esperado que alterações na Presistiva modificassem diretamente a Rsr. Dessa forma, após a realização da aspiração traqueal, foi observada diminuição da Presistiva e da Rsr. Tendo em vista que alterações no componente resistivo do sistema respiratório (presença de secreção, obstrução de vias aéreas, broncoespasmo, etc.)<sup>(24)</sup> são responsáveis pelo aumento da Presistiva e da Rsr, é possível afirmar que a TMA foi capaz de deslocar secreção, pois, uma vez que este fator foi removido através da aspiração traqueal, estas variáveis retornaram à condição basal, resultados que estão de acordo com os relatos de Guglielminotti et al.<sup>(25,26)</sup> O comportamento dessas variáveis após a aplicação da TMA

**Tabela 2** - Comportamento da mecânica do sistema respiratório e da saturação periférica de oxigênio pré-tosse manualmente assistida, pós-tosse manualmente assistida e pós-aspiração.

	Pré TMA	Pós-TMA	Pós-Aspir
Ppico (cmH <sub>2</sub> O)	32,0 ± 5,8	32,8 ± 6,3	31,3 ± 4,9
Pplatô (cmH <sub>2</sub> O)	18,3 ± 3,9	17,9 ± 3,5	18,7 ± 3,9
Presistiva (cmH <sub>2</sub> O)	13,7 ± 4,7	14,9 ± 5,1	12,6 ± 3,9*
Rsr (cmH <sub>2</sub> O/L/s)	0,2 ± 0,08	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,07*
Cdyn, (mL/cmH <sub>2</sub> O)	20,4 ± 4,0	20,9 ± 6,4	21,7 ± 5,5
Cstat (mL/cmH <sub>2</sub> O)	42,6 ± 11,0	43,6 ± 10,4	41,5 ± 10,7
SpO <sub>2</sub> (%)	98,8 ± 1,7	99,0 ± 1,6	99,8 ± 0,8**

TMA: tosse manualmente assistida; Aspir: aspiração; Ppico: pressão de pico do sistema respiratório; Pplatô: pressão de platô do sistema respiratório; Presistiva: pressão resistiva do sistema respiratório; Rsr: resistência do sistema respiratório; Cdyn, *dynamic compliance* (complacência dinâmica); Cstat: *static compliance* (complacência estática); SpO<sub>2</sub>: saturação periférica de oxigênio. \*Pós-aspir < Pós-TMA (p < 0,05); e \*\*Pré-TMA < Pós-aspir > Pós-TMA (p < 0,05).

poderia ter sido melhor evidenciado na presença maiores volumes de secreção nas vias aéreas dos pacientes.

Avena et al.<sup>(27)</sup> não demonstraram diminuição da resistência inspiratória após a realização de aspiração traqueal sem associação de manobras desobstrutivas em crianças sedadas e curarizadas submetidas à ventilação mecânica. Entretanto, o presente estudo demonstrou que é possível diminuir a resistência associando-se aspiração traqueal e TMA, o que sustenta o efeito benéfico da associação entre as técnicas.

Em relação à SpO<sub>2</sub>, observou-se um aumento após a realização da TMA e após a aspiração traqueal, sendo estes superiores ao valor basal. Dois mecanismos podem explicar esse comportamento: a associação entre o deslocamento e a remoção das secreções, promovendo melhora na distribuição da ventilação pulmonar; e a hiperoxigenação dos pacientes, iniciada 1 min antes da realização da aspiração traqueal, considerada nesse estudo como a hipótese mais provável. Entretanto, apesar do aumento da SpO<sub>2</sub>, clinicamente, este comportamento não representa benefício no quadro clínico dos pacientes, visto que a variação alcançada foi muito pequena, correspondendo de 1 a 2%.

No mesmo estudo de Avena et al.<sup>(27)</sup> demonstrou-se queda significativa da SpO<sub>2</sub> imediatamente após a aspiração traqueal e retorno aos valores basais após 10 e 20 min da realização do procedimento

em crianças sedadas e curarizadas submetidas à ventilação mecânica. Entretanto, o presente estudo demonstrou aumento da SpO<sub>2</sub> após a realização de TMA seguida de aspiração traqueal, que comprova o resultado benéfico da associação entre as técnicas.

Alterações da impedância do sistema respiratório, devido a fatores que aumentem a resistência (presença de secreção nas vias aéreas, broncoespasmo, etc.) ou que diminuam a complacência (derrame pleural, edema pulmonar, etc.)<sup>(21,24)</sup> podem alterar o comportamento da Ppico e Cdyn. Dessa forma, com a aplicação da TMA, esperava-se um aumento da Ppico e diminuição da Cdyn em virtude do deslocamento de secreção. Entretanto, esse comportamento não foi evidenciado.

É sabido que o deslocamento de secreção pode influenciar em algumas variáveis da mecânica do sistema respiratório. Como a Ppico corresponde à força necessária para vencer a impedância total do sistema respiratório<sup>(9)</sup> (componentes resistivos e parenquimatosos) sugere-se que, com o deslocamento de secreção, ocorra um aumento significativo do componente de resistência das vias aéreas capaz de aumentar de forma significativa a Ppico após a aplicação da TMA. Esse aumento do componente de resistência das vias aéreas ocorreria em função do deslocamento de secreção das regiões pulmonares mais distais (periféricas) para as vias aéreas mais proximais (centrais), o que se esperava encontrar neste estudo. É importante ressaltar que a melhora da Ppico pode não ter sido evidenciada devido ao pequeno volume de secreção presente nas vias aéreas dos pacientes estudados (variando de 0 a 5mL), fato justificado pelo pouco tempo de ventilação mecânica em que os pacientes se encontravam (63% dos pacientes em pós-operatório imediato) e por nenhum deles apresentar alterações pulmonares prévias que resultassem em aumento da produção de secreção ou acúmulo de muco nas vias aéreas.

Em relação à Pplatô, esperava-se uma diminuição após a aplicação da TMA e um aumento após a realização da aspiração traqueal, o que aconteceria de forma inversa para a Cstat; entretanto, esse comportamento também não foi evidenciado. Apesar de não haver confirmação do comportamento descrito acima apenas com os dados apresentados nesse estudo, não é possível afastar a hipótese da ocorrência de redistribuição da ventilação pulmonar após a mobilização de secreção pela TMA, permitindo a ventilação de vias aéreas

anteriormente obstruídas e, com isso, diminuindo a Pplatô, melhorando a Cstat e as trocas gasosas. Além disso, a literatura atual sugere que o alongamento da musculatura da caixa torácica promovida pela aplicação da TMA seja capaz de melhorar os componentes elásticos do sistema respiratório. O alongamento desta musculatura permitiria uma melhor mobilidade torácica e, conseqüentemente, uma melhor ventilação pulmonar. Esse comportamento é sugerido por Kakizaki et al.<sup>(28)</sup> que, após analisarem os efeitos do alongamento da musculatura respiratória na mobilidade da caixa torácica de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, sugerem que é possível que esse alongamento promova aumento da capacidade vital e da capacidade de *endurance* através da redução da elastância da caixa torácica, levando ao aumento da mobilidade torácica.

Acredita-se que o deslocamento de secreção possa promover diminuição da Pplatô por permitir uma melhor distribuição da ventilação pulmonar. Nos pacientes avaliados neste estudo, para que a secreção brônquica fosse removida, foi necessária a desconexão do ventilador mecânico, gerando, portanto, uma despressurização do sistema respiratório, o que pode levar à queda do volume pulmonar, ao colapso das vias aéreas periféricas e ao aumento da Pplatô, como demonstraram Maggiore et al.<sup>(29)</sup> Como as medidas deste estudo foram realizadas 1 min após o término da aspiração traqueal, é possível que essa diminuição da Pplatô, após a remoção de secreção, pudesse ter sido evidenciada após o restabelecimento de uma ventilação adequada, através de monitorizações subseqüentes da mecânica do sistema respiratório.

Os resultados desse estudo estão de acordo com o estudo de Unoki et al.<sup>(9)</sup> que avaliou o efeito da TMA, associada ou não à posição prona, sobre a ventilação e a oxigenação de 41 coelhos paralisados, ventilados mecanicamente e que apresentavam atelectasia induzida pelo acúmulo de muco artificial na traquéia. Estes autores não observaram alterações significantes nas trocas gasosas—na razão entre pressão parcial arterial de oxigênio e a fração inspirada de oxigênio ( $PaO_2/FiO_2$ ) ou na pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial ( $PaCO_2$ )—e complacência do sistema respiratório. Entretanto, esses resultados podem ter sido mascarados pela não remoção da secreção deslocada visto que não foi realizada a aspiração traqueal após a manobra. É

possível que o deslocamento e remoção da secreção pudessem proporcionar melhora da oxigenação e da ventilação.

Em outro estudo, Unoki et al.<sup>(30)</sup> avaliaram o efeito da TMA no deslocamento de secreção, na oxigenação e ventilação de 31 pacientes em suporte ventilatório submetidos à aspiração traqueal associada ou não à TMA. Não foram evidenciadas diferenças na  $PaO_2/FiO_2$ ,  $PaCO_2$ , Cdyn e na remoção de secreção pré e pós-aspiração quando comparados os grupos, sugerindo que a TMA não deva ser utilizada de forma rotineira. Entretanto, diferentemente do nosso estudo, os pacientes possuíam comprometimento pulmonar bastante diverso e estavam em diferentes modos ventilatórios, variando de modo volume controlado a ventilação com pressão de suporte, o que pode ter influenciado nos resultados obtidos pelos autores.

No presente estudo, a amostra utilizada pode ter dificultado a identificação do comportamento de algumas variáveis. É possível que a repetição desse estudo em um número maior de pacientes possa definir melhor a influência da TMA na mecânica do sistema respiratório. Além disso, seria interessante observar o comportamento das variáveis algum tempo após a realização da aspiração traqueal para analisar a evolução e a duração das alterações produzidas. É provável que uma monitorização subseqüente pudesse evidenciar o comportamento de algumas variáveis, principalmente Pplatô e Cstat. Portanto, novos estudos abordando este tema se fazem necessários, na tentativa de ampliar a amostra e de acompanhar a evolução das alterações da mecânica do sistema respiratório após a realização da aspiração traqueal. Além disso, os dados apresentados demonstram a necessidade de reprodução desse estudo em pacientes em ventilação mecânica prolongada ou que apresentem alterações pulmonares prévias que promovam aumento da produção de secreção ou acúmulo de muco nas vias aéreas, justificando a utilização de técnicas de higiene brônquica. Os autores optaram por pré-oxigenar os pacientes com  $FIO_2$  de 100% antes da aspiração traqueal no intuito de evitar hipoxemia. Essa conduta pode ser considerada como uma limitação para a interpretação dos resultados da  $SpO_2$  após TMA e aspiração traqueal em virtude da pequena variação na curva de dissociação da oxi-hemoglobina.

Em conclusão, o presente estudo sugere que a TMA foi capaz de alterar a mecânica do sistema

respiratório, mais especificamente aumentando as forças resistivas, através do deslocamento de secreção. Além disso, essa técnica pode ser considerada eficaz e segura, podendo ser utilizada em pacientes em pós-operatório imediato. Esse estudo ainda demonstrou que a associação entre TMA e aspiração traqueal mostrou-se benéfica, alcançando os objetivos previstos: deslocamento e remoção de secreção das vias aéreas.

## Referências

- Konrad F, Schreiber T, Brecht-Kraus D, Georgieff M. Mucociliary transport in ICU patients. *Chest*. 1994;105(1):237-41.
- Bach JR, Smith WH, Michaels J, Saporito L, Alba AS, Dayal R, et al. Airway secretion clearance by mechanical exsufflation for post-poliomyelitis ventilator-assisted individuals. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74(2):170-7.
- Kacmarek RM. Management of the patient: Mechanical Ventilator system. In: Pierson DJ, Kacmarek RM, editors. *Foundations of Respiratory Care*. New York: Churchill Livingstone;1992. p. 973-97.
- Hess DR. The evidence for secretion clearance techniques. *Respir Care*. 2001;46(11):1276-93.
- Avena KM, Gastaldi AC, Vega JM. Recursos fisioterapêuticos para remoção de secreção brônquica. In: Sarmento GJV, Vega JM, Lopes NS, editors. *Fisioterapia em UTI volume 1 - avaliação e procedimentos*. São Paulo: Atheneu, 2006. p. 115-160.
- Bach JR. Mechanical insufflation-exsufflation. Comparison of peak expiratory flows with manually assisted and unassisted coughing techniques. *Chest*. 1993;104(5):1553-62.
- Hill N. Noninvasive mechanical ventilation for post acute care. *Clin Chest Med*. 2001;22(1):35-54.
- Van der Touw T, Mudaliar Y, Nayyar V. Cardiorespiratory effects of manually compressing the rib cage during tidal expiration in mechanically ventilated patients recovering from acute severe asthma. *Crit Care Med*. 1998;26(8):1361-7.
- 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.
- 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.
- Bach JR. Update and perspective on noninvasive respiratory muscle aids. Part 2: The expiratory aids. *Chest*. 1994;105(5):1538-44.
- Van der Schans CP: Chest Physical Therapy - Mucus Mobilizing Techniques. In: Bach JR, editor. *Pulmonary Rehabilitation: The Obstructive and Paralytic Conditions*. Philadelphia: Hanley & Belfus; 1996. p. 229-46.
- AARC clinical practice guideline. Directed cough. American Association for Respiratory Care. *Respir Care*. 1993;38(5):495-9.
- Sivasothy P, Brown L, Smith IE, Shneerson JM. Effect of manually assisted cough and mechanical insufflation on cough flow of normal subjects, patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and patients with respiratory muscle weakness. *Thorax*. 2001;56(6):438-44.
- Adachi Y, Onoue Y, Matsuzawa J, Ieki A, Yagi S, Miyawaki T. External chest compression for the treatment of a mechanically ventilated child with status asthmaticus. *Acta Paediatr*. 2001;90(7):826-7.
- van der Schans CP, Postma DS, Koëter GH, Rubin BK. Physiotherapy and bronchial mucus transport. *Eur Respir J*. 1999;13(6):1477-86.
- Duarte ACM, Avena KM, Teles JM, Leite MR, Espírito-Santo DC, Messeder OA. Peak expiratory flow in mechanically ventilated patients under three modalities of manually assisted coughing. *Critical Care* 2003;7(Suppl 3):49.
- Jubran A. Monitoring patient mechanics during mechanical ventilation. *Crit Care Clin*. 1998;14(4):629-53, vi.
- Dean S, Bach JR. The use of noninvasive respiratory muscle aids in the management of patients with progressive neuromuscular diseases. *Respir Care Clin N Am*. 1996;2(2):223-40.
- Hardy KA, Anderson BD. Noninvasive clearance of airway secretions. *Respir Care Clin N Am* 1996, 2 (2): 323-45.
- Jubran A. Advances in respiratory monitoring during mechanical ventilation. *Chest* 1999, 116 (5):1416-25.
- Pérez M, Mancebo J. [Monitoring ventilatory mechanics] [Article in Spanish]. *Med Intensiva*. 2006;30(9):440-8.
- Starr JA. Manual techniques of chest physical therapy and airway clearance techniques. In: Zadai CC, editor. *Pulmonary management in physical therapy*. Clinics in physical therapy. New York: Churchill Livingstone;1992.p. 99-133.
- Hardy KA. A Review of Airway Clearance: New Techniques, Indications, and Recommendations. *Respir Care*. 1994;39(5):440-55.
- Guglielminotti J, Desmots JM, Dureuil B. Effects of tracheal suctioning on respiratory resistances in mechanically ventilated patients. *Chest*. 1998;113(5):1335-8.
- Guglielminotti J, Alzieu M, Maury E, Guidet B, Offenstadt G. Bedside detection of retained tracheobronchial secretions in patients receiving mechanical ventilation: is it time for tracheal suctioning? *Chest*. 2000;118(4):1095-9.
- Avena MJ, Carvalho WB, Beppu OS. Avaliação da mecânica respiratória e da oxigenação pré e pós-aspiração de secreção em crianças submetidas à ventilação pulmonar mecânica. *Rev Assoc Med Bras*. 2003;49(2):156-61.
- Kakizaki F, Yamazaki T, Suzuki H, Shibuya M, Yamada M, Homma I. Preliminary Report on the Effects of Respiratory Muscle Stretch Gymnastics on Chest Wall Mobility in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Respir Care*. 1999;44(4):409-14.
- Maggiore SM, Lellouche F, Pigeot J, Taille S, Deye N, Durrmeyer X, et al. Prevention of endotracheal suctioning-induced alveolar derecruitment in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;167(9):1215-24.
- Unoki T, Kawasaki Y, Mizutani T, Fujino Y, Yanagisawa Y, Ishimatsu S, et al. Effects of expiratory rib-cage compression on oxygenation, ventilation, and airway-secretion removal in patients receiving mechanical ventilation. *Respir Care*. 2005;50(11):1430-7.