

Compressão torácica com incremento da pressão em ventilação com pressão de suporte: efeitos na remoção de secreções, hemodinâmica e mecânica pulmonar em pacientes em ventilação mecânica*

Chest compression with a higher level of pressure support ventilation: effects on secretion removal, hemodynamics, and respiratory mechanics in patients on mechanical ventilation

Wagner da Silva Naue, Luiz Alberto Forgiarini Junior, Alexandre Simões Dias, Silvia Regina Rios Vieira

Resumo

Objetivo: Determinar a eficácia da manobra de compressão torácica, associada ao acréscimo de 10 cmH₂O na pressão inspiratória basal em modo ventilatório com pressão de suporte, em comparação com a da aspiração isolada, em relação a remoção de secreções, normalização da hemodinâmica e melhora da mecânica pulmonar em pacientes em ventilação mecânica. **Métodos:** Ensaio clínico randomizado cruzado incluindo pacientes em ventilação mecânica por mais de 48 h internados no CTI do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, em Porto Alegre, RS. Os pacientes foram randomizados para receber aspiração isolada (grupo controle) ou compressão torácica associada ao acréscimo de 10 cmH₂O na pressão inspiratória basal em modo ventilatório com pressão de suporte (grupo intervenção). Foram mensurados parâmetros hemodinâmicos e de mecânica respiratória, assim como a quantidade de secreção aspirada. **Resultados:** Foram incluídos 34 pacientes. A idade média foi de 64,2 ± 14,6 anos. Na comparação com o grupo controle, o grupo intervenção apresentou uma maior mediana da quantidade de secreção aspirada (1,9 g vs. 2,3 g; p = 0,004), maior aumento da variação da média do volume corrente expirado (16 ± 69 mL vs. 56 ± 69 mL; p = 0,018) e maior aumento da variação da média da complacência dinâmica (0,1 ± 4,9 cmH₂O vs. 2,8 ± 4,5 cmH₂O; p = 0,005). **Conclusões:** Na amostra estudada, a compressão torácica associada ao aumento da pressão de suporte aumentou significativamente a quantidade de secreção aspirada, o volume corrente expirado e a complacência dinâmica.

(ClinicalTrials.gov Identifier:NCT01155648 [http://www.clinicaltrials.gov/])

Descritores: Modalidades de fisioterapia; Respiração artificial; Unidades de terapia intensiva; Terapia respiratória.

Abstract

Objective: To determine the efficacy of chest compression accompanied by a 10-cmH₂O increase in baseline inspiratory pressure on pressure support ventilation, in comparison with that of aspiration alone, in removing secretions, normalizing hemodynamics, and improving respiratory mechanics in patients on mechanical ventilation. **Methods:** This was a randomized crossover clinical trial involving patients on mechanical ventilation for more than 48 h in the ICU of the Porto Alegre *Hospital de Clínicas*, in the city of Porto Alegre, Brazil. Patients were randomized to receive aspiration alone (control group) or compression accompanied by a 10-cmH₂O increase in baseline inspiratory pressure on pressure support ventilation (intervention group). We measured hemodynamic parameters, respiratory mechanics parameters, and the amount of secretions collected. **Results:** We included 34 patients. The mean age was 64.2 ± 14.6 years. In comparison with the control group, the intervention group showed a higher median amount of secretions collected (1.9 g vs. 2.3 g; p = 0.004), a greater increase in mean expiratory tidal volume (16 ± 69 mL vs. 56 ± 69 mL; p = 0.018), and a greater increase in mean dynamic compliance (0.1 ± 4.9 cmH₂O vs. 2.8 ± 4.5 cmH₂O; p = 0.005). **Conclusions:** In this sample, chest compression accompanied by an increase in pressure support significantly increased the amount of secretions removed, the expiratory tidal volume, and dynamic compliance.

(ClinicalTrials.gov Identifier:NCT01155648 [http://www.clinicaltrials.gov/])

Keywords: Physical therapy modalities; Respiration, Artificial; Intensive care units; Respiratory therapy.

*Trabalho realizado no Hospital de Clínicas de Porto Alegre – HCPA – Porto Alegre (RS) Brasil.

Endereço para correspondência: Wagner da Silva Naue. Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Centro de Tratamento Intensivo, Rua Ramiro Barcelos, 2350, CEP 90035-903, Porto Alegre, RS, Brasil.

Tel. 55 51 3331-7639. E-mail: wnaue@yahoo.com.br

Apoio financeiro: Este estudo recebeu apoio financeiro do Fundo de Incentivo à Pesquisa (FIPE) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

Recebido para publicação em 16/6/2013. Aprovado, após revisão, em 9/12/2013.

Introdução

Os pacientes internados em UTIs necessitam, em sua maioria, de suporte ventilatório invasivo e, dessa maneira, estão sujeitos não só aos benefícios da instituição desse suporte, tais como a manutenção das trocas gasosas e redução do trabalho respiratório, mas também aos efeitos deletérios associados a ele, como o comprometimento do mecanismo de transporte e de depuração mucociliar.^(1,2) Esse comprometimento, por sua vez, pode acarretar a estase de secreções nas vias aéreas e, conseqüentemente, levar a obstrução brônquica,⁽³⁾ a qual pode, no longo prazo, causar atelectasias e episódios de hipoxemia. Além disso, esse acúmulo de secreções brônquicas favorece o desenvolvimento de microrganismos nessas áreas não ventiladas, acarretando o estabelecimento de infecções respiratórias, como a pneumonia associada a ventilação mecânica (VM).⁽⁴⁻⁶⁾

Algumas técnicas de fisioterapia visam aprimorar o *clearance* mucociliar e, dessa forma, evitar a obstrução brônquica por acúmulo de secreção. Dentre essas técnicas, destaca-se a terapia expiratória manual passiva, que é definida como uma força compressiva no tórax do paciente durante a fase expiratória, visando a aceleração do fluxo expiratório e conseqüente remoção de secreção das vias aéreas mais periféricas para as centrais, facilitando, assim, sua expectoração.^(7,8)

A técnica de compressão torácica isolada nem sempre se apresenta eficiente, isso porque os pacientes em VM apresentam comprometimento do *clearance* mucociliar, o que, associado a redução do fluxo expiratório, resulta no acúmulo de secreção. A associação de técnicas rotineiramente utilizadas pelo fisioterapeuta na UTI, com ajustes realizados no ventilador mecânico, pode resultar numa maior efetividade em relação à remoção de secreção. Logo, a VM pode ser associada a técnicas de incremento do fluxo inspiratório, como a hiperinsuflação ajustada pelo ventilador mecânico. Essa técnica objetiva aumentar a ventilação alveolar e, dessa forma, facilitar o mecanismo da tosse, auxiliando no transporte do muco.^(9,10) Uma maneira de realizar essa manobra com o ventilador mecânico é através da hiperinsuflação com aumentos progressivos da pressão de suporte (PS) até atingir uma pressão de pico nas vias aéreas de 40 cmH₂O. Essa técnica demonstrou uma tendência a aumento da complacência estática

e da quantidade de secreção aspirada após sua aplicação.^(11,12)

O presente estudo teve como objetivo comparar a eficácia da manobra de compressão torácica, associada ao acréscimo de 10 cmH₂O na pressão inspiratória basal em modo ventilatório com PS, com aquela da aspiração isolada em relação à quantidade de secreção removida, efeitos hemodinâmicos e na mecânica pulmonar.

Métodos

Trata-se de um ensaio clínico randomizado cruzado, realizado no CTI do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) no período entre maio de 2008 e maio de 2010. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HCPA (protocolo no. 07504/2007). Todos os pacientes que participaram do estudo tiveram o termo de consentimento informado devidamente preenchido e assinado pelo seu responsável. A randomização foi realizada através do programa on-line Research Randomizer, versão 4.0 (Social Psychology Network, <http://www.randomizer.org/>), pelo qual se realizava a alocação para a primeira técnica a ser realizada, e, posteriormente, no turno posterior, o paciente realizava a outra técnica.

Foram incluídos pacientes que estiveram em VM por um período superior a 48 h, sem diagnóstico de pneumonia associada à VM, com pressão expiratória positiva final ≤ 10 cmH₂O, com adequado *drive* respiratório, que tenham sido submetidos a aspiração 2 h antes da aplicação do protocolo e hemodinamicamente estáveis (pressão arterial média ≥ 60 cmH₂O). Os critérios de exclusão foram apresentar contraindicações para o incremento da pressão positiva (pneumotórax e hemotórax não drenados ou enfisema subcutâneo), ter diagnóstico de osteoporose, apresentar pressão de pico > 40 cmH₂O, ser paciente neurocirúrgico ou se negar a participar do estudo.

Após a inclusão no estudo, todos os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal com a cabeça elevada em ângulo de 30°, foram submetidos a aspiração uma única vez (sonda número 12; MarkMed Ind. e Com. Ltda, São Paulo, Brasil) e com vácuo ajustado em -40 cmH₂O de pressão. Todos os pacientes foram submetidos a aspiração 2 h antes da realização de ambas as técnicas – esse procedimento foi realizado a fim de equiparar os grupos em relação ao volume de secreção. Após esse período, foram coletados

os parâmetros hemodinâmicos e pulmonares, os quais correspondiam à avaliação basal dos pacientes.

Os pacientes randomizados para o grupo controle foram ventilados pelo período de 1 min com FiO_2 a 100%. Em seguida, cada paciente era desconectado e submetido a aspiração durante 15 s por três vezes. A secreção aspirada foi armazenada em um frasco coletor (Intermedical®; Intermedical-Setmed, São Paulo, Brasil). As variações dos parâmetros hemodinâmicos e pulmonares foram recoletadas 1 min após a aplicação das aspirações, caracterizando o grupo controle.

Quando os pacientes eram randomizados para o grupo intervenção, eles foram igualmente submetidos a aspiração 2 h antes do procedimento, seguindo a sequência previamente descrita. Os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal e receberam a manobra de compressão torácica associada à VM com PS com acréscimo de 10 cmH_2O na pressão inspiratória positiva inicial. Em seguida, os pacientes foram submetidos a aspiração, e a secreção foi coletada da mesma maneira que os pacientes do grupo controle. Os parâmetros hemodinâmicos e pulmonares foram recoletados 1 min após a aplicação da técnica, e os resultados foram transcritos para a folha de coleta de dados. As secreções aspiradas foram então pesadas da mesma maneira que no grupo controle, e o peso foi transcrito para a folha de coleta de dados.

As secreções aspiradas foram pesadas no Laboratório de Microbiologia do HCPA, em uma balança Cubis® (Sartorius, Bohemia, NY, EUA), por um colaborador cegado que não fez parte do estudo, e o peso foi transcrito para a folha de coleta de dados.

Foram coletados parâmetros hemodinâmicos, tais como FC, FR, pressão arterial média e SpO_2 em monitor IntelliVue MP60 (Philips Medizin Systeme Böblingen GmbH, Böblingen, Alemanha). Para a avaliação respiratória, foram mensurados a pressão de pico inspiratório, o volume corrente expirado (VCE) e a complacência dinâmica (C_{dyn}), sendo esses parâmetros coletados antes e após a realização das técnicas. A diferença entre os parâmetros iniciais menos os finais caracterizaram os valores Δ .

O cálculo amostral foi realizado a fim de obter-se uma diferença de $0,7 \pm 1,0$ g ou mais de secreção aspirada entre os grupos para um valor de $p < 0,05$ e poder do estudo de 80%;

logo, eram necessários 32 pacientes. O programa utilizado foi *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). Os dados quantitativos foram descritos através de média e desvio-padrão, e os dados categóricos, através de frequência absoluta e proporção. Os grupos foram comparados utilizando-se o teste t para amostras pareadas e independentes e o modelo linear geral para análise de variância das variáveis com distribuição normal (confirmadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov). O teste de Wilcoxon foi utilizado para as variáveis com distribuição não paramétrica, enquanto o teste do qui-quadrado e o teste exato de Fisher foram utilizados para as variáveis categóricas.

Resultados

Foram incluídos no estudo 34 indivíduos entre maio de 2008 e maio de 2010. Houve predomínio de pacientes do gênero masculino, a média de idade dos pacientes foi $64,2 \pm 14,6$ anos, e a patologia predominante foi sepse (41,2%). As demais características da amostra estão demonstradas na Tabela 1.

O resultado de variação da FC no grupo intervenção, comparado com o grupo controle, demonstrou um aumento da FC após a intervenção, porém, sem relevância clínica. A variação da FR não apresentou diferença significativa entre os grupos; já a variação do VCE apresentou um aumento significativo no grupo intervenção, demonstrando um aumento do VCE após a realização da compressão torácica associada à hiperinsuflação, comportamento similar observado

Tabela 1 – Características clínicas da amostra de 34 pacientes incluídos no estudo.^a

Variáveis	Resultados
Idade, anos	64,2 ± 14,6
APACHE II, escore	25,5 ± 6,6
Gênero feminino	15 (44,1)
Tempo de VM, dias	8,2 ± 4,9
Patologias	
DPOC	7 (20,6)
Broncopneumonia	9 (25,6)
Insuficiência cardíaca congestiva	6 (17,6)
Acidente vascular cerebral	8 (23,5)
Sepse	14 (41,2)
Outras	18 (52,9)

APACHE II: *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*; VM: ventilação mecânica; e Outras: imunossupressão, AIDS ou neoplasias. ^aValores expressos em média ± dp ou n (%).

na avaliação da variação da Cdyn, que apresentou um aumento significativo em comparação à do grupo controle. As demais variações dos parâmetros analisados não demonstraram diferenças significativas entre os grupos (Tabela 2).

Quando a média da quantidade de secreção aspirada foi avaliada, observamos que o grupo intervenção apresentou um aumento significativo na quantidade de secreção aspirada quando comparado ao grupo controle (p = 0,004; Figura 1).

Discussão

No presente estudo, observamos que a utilização de compressão torácica associada ao incremento da PS ocasionou um aumento na quantidade de secreção aspirada. Além disso, o VCE e a Cdyn também apresentaram aumentos significativos após a realização da técnica.

Alguns autores demonstraram que as técnicas de hiperinsuflação podem prevenir colapsos pulmonares, reexpandir áreas de atelectasia, aprimorar a oxigenação e a complacência pulmonar, assim como incrementar o movimento de secreções das pequenas vias aéreas para as vias aéreas centrais.^(1,7,12-14) Isso ocorre pelo aumento do volume corrente gerado pela hiperinsuflação, que expande os alvéolos normais e, dessa forma, através do mecanismo de interdependência, acaba reexpandindo também os alvéolos colapsados.⁽¹⁵⁾

Demonstramos que a realização da compressão torácica associada ao incremento da PS aumenta a quantidade de secreção aspirada, o que foi similarmente demonstrado por Lemes et al. que, através de um estudo randomizado cruzado, observaram uma tendência a aumento de secreção aspirada após a hiperinsuflação, com aumentos da PS, em pacientes em VM.⁽⁶⁾ Em contrapartida, Unoki et al. não demonstraram aumentos da quantidade de secreção aspirada após a aplicação

da compressão torácica isolada quando comparada com a aspiração traqueal.⁽¹⁶⁾ Possivelmente, a compressão torácica apresenta maior efetividade quando associada a estratégias de incremento de volume corrente em pacientes sob VM.

Em relação ao aumento significativo do VCE evidenciado após a aplicação da técnica de compressão torácica associada ao aumento da PS, em relação ao grupo controle, esse é um achado esperado, pois sabe-se que aumentos das pressões inspiratórias geram aumentos dos volumes pulmonares. Além disso, o aumento do pico de fluxo inspiratório causado pela hiperinsuflação pode auxiliar no deslocamento da secreção das vias aéreas de menor calibre para as vias aéreas de maior calibre, auxiliando o mecanismo mucociliar, diminuindo a resistência nas vias aéreas e, conseqüentemente, contribuindo para o aumento desses volumes.⁽¹⁷⁻¹⁹⁾

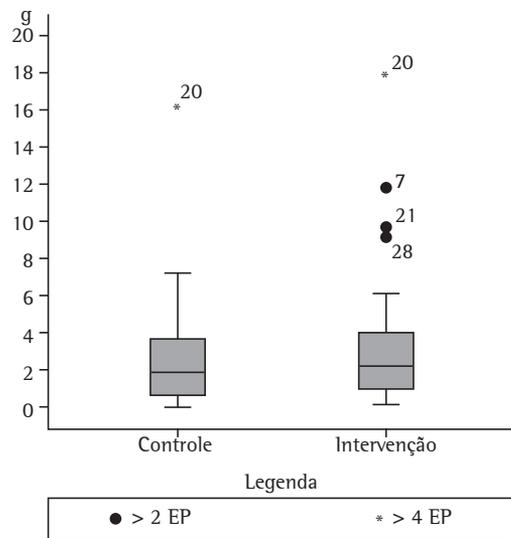


Figura 1 – Quantidade de secreção aspirada nos grupos controle e intervenção, em mediana ± erro padrão (EP). p = 0,004.

Tabela 2 – Comparação da variação dos parâmetros hemodinâmicos e pulmonares nos grupos estudados.

Parâmetros	Grupo controle			Grupo intervenção			p
	Basal	Pós	Δ	Basal	Pós	Δ	
FC, bpm	97,4 ± 22,6	90,5 ± 23,0	-6,9 ± 7,8	91,6 ± 20,6	95,9 ± 19,7	4,3 ± 9,5	0,001
FR, ciclos/min	20,8 ± 5,2	21,6 ± 5,1	0,7 ± 4,5	22,1 ± 6,2	22,2 ± 5,3	0,1 ± 5,6	0,592
PAM, mmHg	90,6 ± 20,1	86,8 ± 18,9	-3,8 ± 11,4	93,2 ± 18,8	91 ± 17,7	-2,2 ± 11,6	0,515
PPI, cmH ₂ O	20,7 ± 4,1	20,5 ± 3,6	-0,2 ± 1,2	20,9 ± 4,1	21,2 ± 4,5	0,3 ± 0,9	0,066
Cdyn, cmH ₂ O	34 ± 10,3	34,1 ± 10,7	0,1 ± 4,9	31,9 ± 9,2	34,8 ± 10,2	2,9 ± 4,5	0,018
VCE, mL	478 ± 147	496 ± 121	16 ± 69	465 ± 88	521 ± 120	56 ± 69	0,005
SpO ₂ , %	97,4 ± 2,3	96,8 ± 3,1	-0,5 ± 2,1	96,9 ± 2,5	96,9 ± 3,0	0,0 ± 2,0	0,170

PAM: pressão arterial média; PPI: pressão de pico inspiratória; VCE: volume corrente expirado; Cdyn: complacência dinâmica. ^aValores expressos em media ± dp.

Da mesma forma, a Cdyn apresentou um aumento significativo no grupo intervenção quando comparado ao grupo controle. Esse resultado corrobora os achados de Berney et al., os quais demonstraram um aumento significativo da complacência pulmonar após hiperinsuflação com ventilador mecânico.⁽⁹⁾ Savian et al. apresentaram achados semelhantes, atribuindo esse aumento da complacência pulmonar ao fato de que a hiperinsuflação distribui melhor o fluxo de ar, resultando na reexpansão de unidades pulmonares colapsadas.⁽⁷⁾

Uma alternativa à hiperinsuflação realizada através do incremento da PS no ventilador mecânico é a realização da hiperinsuflação manual, a qual apresenta os mesmos objetivos terapêuticos, utilizando-se um ressuscitador manual.⁽²⁰⁾ Quando comparadas as duas técnicas, evidenciam-se resultados semelhantes em relação a volume de secreção, aprimoramento da mecânica respiratória e estabilidade hemodinâmica.^(21,22) Entretanto, a realização da técnica com a utilização do ventilador mecânico apresenta uma grande vantagem, que é a monitorização das pressões, volumes e fluxos utilizados durante a técnica, permitindo assim um melhor ajuste da mesma.⁽²³⁾ Outro fator importante fica evidente no estudo realizado por Ortiz et al., que avaliaram em um modelo pulmonar a eficácia da manobra de hiperinsuflação manual e demonstraram que a técnica apresenta valores seguros de pressão alveolar; entretanto, ela pode não favorecer a remoção de secreção devido ao fato de o pico de fluxo inspiratório exceder o pico de fluxo expiratório.⁽²⁴⁾

Podemos concluir que a compressão torácica associada ao incremento da PS demonstrou um aumento significativo da quantidade de secreção aspirada nos pacientes submetidos à técnica quando comparados com aqueles que foram somente submetidos a aspiração. Além disso, o VCE e a Cdyn aumentaram significativamente após a aplicação da técnica.

Referências

1. Ciesla ND. Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Phys Ther.* 1996;76(6):609-25. PMID:8650276
2. Jerre G, Silva Tde J, Beraldo MA, Gastaldi A, Kondo C, Leme F, et al. Physiotherapy on the mechanically ventilated patients. [Article in Portuguese] *J Bras Pneumol.* 2007;33 Suppl 2S S142-50. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132007000800010> PMID:18026673
3. Amato MB, Carvalho CR, Isola A, Vieira S, Rotman V, Moock M, et al. Mechanical ventilation in Acute Lung Injury (ALI)/Acute Respiratory Discomfort Syndrome (ARDS). [Article in Portuguese] *J Bras Pneumol.* 2007;33 Suppl 2S S119-27. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132007000800007> PMID:18026670
4. França EE, Ferrari F, Fernandes P, Cavalcanti R, Duarte A, Martinez BP, et al. Physical therapy in critically ill adult patients: recommendations from the Brazilian Association of Intensive Care Medicine Department of Physical Therapy. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2012;24(1):6-22. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-507X2012000100003> PMID:23917708
5. Ntoumenopoulos G, Presneill JJ, McElholum M, Cade JF. Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med.* 2002;28(7):850-6. <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-002-1342-2> PMID:12122521
6. McCarren B, Alison JA, Herbert RD. Manual vibration increases expiratory flow rate via increased intrapleural pressure in healthy adults: an experimental study. *Aust J Physiother.* 2006;52(4):267-71. [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(06\)70006-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(06)70006-X)
7. Savian C, Paratz J, Davies A. Comparison of the effectiveness of manual and ventilator hyperinflation at different levels of positive end-expiratory pressure in artificially ventilated and intubated intensive care patients. *Heart Lung.* 2006;35(5):334-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hrtlng.2006.02.003> PMID:16963365
8. Lemes DA, Guimarães FS. Hyperinflation using pressure support ventilation improves secretion clearance and respiratory mechanics in ventilated patients with pulmonary infection: a randomised crossover trial. *Aust J Physiother.* 2009;55(4):249-54. [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70004-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70004-2)
9. Berney S, Denehy L. A comparison of the effects of manual and ventilator hyperinflation on static lung compliance and sputum production in intubated and ventilated intensive care patients. *Physiother Res Int.* 2002;7(2):100-8. <http://dx.doi.org/10.1002/pri.246>
10. Lemes DA, Guimarães FS. The use of hyperinflation as a physical therapy resource in intensive care unit. [Article in Portuguese] *Rev Bras Ter Intensiva.* 2007;19(2):221-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-507X2007000200014>
11. Branson R. Secretion management in the mechanically ventilated patient. *Respir Care.* 2007;52(10):1328-42; discussion 1342-7. PMID:17894902
12. Singer M, Vermaat J, Hall G, Latter G, Patel M. Hemodynamic effects of manual hyperinflation in critically ill mechanically ventilated patients. *Chest.* 1994;106(4):1182-7. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.106.4.1182> PMID:7924493
13. Hodgson C, Carroll S, Denehy L. A survey of manual hyperinflation in Australian hospitals. *Aust J Physiother.* 1999;45(3):185-93. PMID:11676766
14. Denehy L. The use of manual hyperinflation in airway clearance. *Eur Respir J.* 1999;14(4):958-65. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1399-3003.1999.14d38.x> PMID:10573249
15. Stiller K. Physiotherapy in intensive care: towards an evidence-based practice. *Chest.* 2000;118(6):1801-13. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.118.6.1801> PMID:11115476
16. 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. PMID:16253149
17. Choi JS, Jones AY. Effects of manual hyperinflation and suctioning in respiratory mechanics in mechanically ventilated patients with ventilator-associated pneumonia. *Aust J Physiother*. 2005;51(1):25-30. [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(05\)70050-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(05)70050-7)
 18. Van der Schans CP. Bronchial mucus transport. *Respir Care*. 2007;52(9):1150-6; discussion 1156-8. PMID:17716383
 19. Santos LJ, Blattner CN, Micol CA, Pinto FA, Renon A, Pletsch R. Effects of manual hyperinflation maneuver associated with positive end expiratory pressure in patients within coronary artery bypass grafting. [Article in Portuguese] *Rev Bras Ter Intensiva*. 2010;22(1):40-6.
 20. Berti JS, Tonon E, Ronchi CF, Berti HW, Stefano LM, Gut AL, et al. Manual hyperinflation combined with expiratory rib cage compression for reduction of length of ICU stay in critically ill patients on mechanical ventilation. *J Bras Pneumol*. 2012;38(4):477-86. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37132012000400010> PMID:22964932
 21. Dennis D, Jacob W, Budgeon C. Ventilator versus manual hyperinflation in clearing sputum in ventilated intensive care unit patients. *Anaesth Intensive Care*. 2012;40(1):142-9. PMID:22313075
 22. Savian C, Paratz J, Davies A. Comparison of the effectiveness of manual and ventilator hyperinflation at different levels of positive end-expiratory pressure in artificially ventilated and intubated intensive care patients. *Heart Lung*. 2006;35(5):334-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hrtlng.2006.02.003> PMID:16963365
 23. Berney S, Denehy L, Pretto J. Head-down tilt and manual hyperinflation enhance sputum clearance in patients who are intubated and ventilated. *Aust J Physiother*. 2004;50(1):9-14. PMID:14987187
 24. Ortiz Tde A, Forti G, Volpe MS, Carvalho CR, Amato MB, Tucci MR. Experimental study on the efficiency and safety of the manual hyperinflation maneuver as a secretion clearance technique. *J Bras Pneumol*. 2013;39(2):205-13. PMID:23670506

Sobre os autores

Wagner da Silva Naue

Fisioterapeuta. CTI Adulto, Hospital de Clínicas de Porto Alegre – HCPA – Porto Alegre (RS) Brasil.

Luiz Alberto Forgiarini Junior

Docente. Curso de Fisioterapia, Centro Universitário Metodista, Instituto Porto Alegre, Porto Alegre (RS) Brasil.

Alexandre Simões Dias

Docente. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano e Ciências Pneumológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS) Brasil.

Silvia Regina Rios Vieira

Docente. Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; e Chefe. Serviço de Medicina Intensiva, Hospital de Clínicas de Porto Alegre – HCPA – Porto Alegre (RS) Brasil.