

Efeitos de dois protocolos de fisioterapia respiratória na mecânica respiratória e parâmetros cardiorrespiratórios de pacientes em ventilação mecânica: estudo piloto

Effects of two respiratory physiotherapy protocols on respiratory mechanics and cardiorespiratory parameters of patients under mechanical ventilation: a pilot study

Efectos de dos protocolos de fisioterapia respiratoria en la mecánica respiratoria y parámetros cardiorrespiratorios de pacientes en ventilación mecánica: estudio piloto

Fernanda Klose Preuss¹, Fernanda Vianna Schmitt², Janice Cristina Soares³,
Isabella Martins de Albuquerque⁴, Maria Elaine Trevisan⁴

RESUMO | O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos de dois protocolos de fisioterapia respiratória na mecânica respiratória e parâmetros cardiorrespiratórios de pacientes em ventilação mecânica comparando-os com um protocolo de aspiração traqueal. Estudo piloto com desenho quase-experimental com 50 pacientes, randomizados em grupo GI (n=16): grupo controle, realizado aspiração traqueal; GII (n=17): realizado vibrocompressão e aspiração traqueal; GIII (n=17): realizado vibrocompressão, aspiração e hiperinsuflação pelo ventilador mecânico. As variáveis analisadas foram: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória, pressão arterial sistêmica, saturação periférica de oxigênio, complacência pulmonar estática, complacência pulmonar dinâmica e resistência das vias aéreas. Estas foram registradas em três momentos: antes dos procedimentos (M1), imediatamente após (M2) e 15 minutos após (M3). Para comparar o efeito e analisar a interação entre tempo de mensuração e grupos, utilizou-se a ANOVA Two-Way e post hoc de Tukey. O tamanho do efeito foi determinado pelo cálculo f² de Cohen e a análise estatística pelo programa SPSS para Windows (versão 20), nível de significância de 5%. Na comparação intragrupo não foram observadas diferenças, enquanto na comparação entre grupos a variável FC apresentou diferença entre o GI e GII no M2 (p=0,02). Os resultados sugerem que os protocolos de fisioterapia

respiratória avaliados não promoveram benefícios quanto à mecânica respiratória, entretanto se mostraram seguros em termos de parâmetros cardiorrespiratórios.

Descritores | Modalidades de Fisioterapia; Respiração Artificial; Mecânica Respiratória; Unidades de Terapia Intensiva.

ABSTRACT | The aim of the study was to analyze the effects of two respiratory physiotherapy protocols on respiratory mechanics and cardiorespiratory parameters of patients under mechanical ventilation compared to a tracheal aspiration protocol. Pilot study with quasi-experimental design and 50 patients, randomized into GI group (n=16): control group, submitted to tracheal aspiration; GII (n=17): submitted to vibrocompression and tracheal aspiration; GIII (n=17): submitted to vibrocompression, aspiration, and ventilator hyperinflation. The variables analyzed were: heart rate (HR), respiratory rate, systemic blood pressure, peripheral oxygen saturation, static lung compliance, dynamic lung compliance, and airway resistance. These were recorded at three moments: before the procedures (M1), immediately after them (M2), and 15 minutes after them (M3). To compare the effect and analyze the interaction between measurement time and groups, we used Two-Way ANOVA and post hoc Tukey's test. The effect

Estudo desenvolvido na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) Adulto do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM) – Santa Maria (RS), Brasil.

¹Especialista em Reabilitação Físico-Motora, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria (RS), Brasil.

²Secretaria da Saúde do Estado do Rio Grande do Sul.

³Fisioterapeuta do Hospital Universitário de Santa Maria (HUSM) – Santa Maria (RS), Brasil.

⁴Docente do Departamento de Fisioterapia e Reabilitação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria (RS), Brasil.

Endereço para correspondência: Maria Elaine Trevisan – Rua Silva Jardim, 2141/701 – CEP 97010-493 – Santa Maria (RS), Brasil.

E-mail: elaine.trevisan@yahoo.com.br – Fone: (55) 3220-8234

Apresentação: maio 2014 – Aceito para publicação: set. 2015 – Fonte de financiamento: nenhuma – Conflito de interesses: nada a declarar – Aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa nº 220.812

size was determined by calculating Cohen's f^2 and by statistical analysis using SPSS for Windows (version 20), with a significance level of 5%. In the intragroup comparison, no differences were observed, while in the comparison between groups the variable HR showed difference between G1 and GII in M2 ($p=0.02$). Results suggest that the respiratory physiotherapy protocols evaluated had no favorable effects on respiratory mechanics; however, they showed to be safe regarding cardiorespiratory parameters.

Keywords | Physiotherapy Modalities; Respiration, Artificial; Respiratory Mechanics; Intensive Care Units.

RESUMEN | El objetivo de este estudio fue analizar los efectos de dos protocolos de fisioterapia respiratoria en la mecánica respiratoria y parámetros cardiorespiratorios de los pacientes en ventilación mecánica, comparándolos con un protocolo de aspiración traqueal. Estudio piloto con diseño cuasi-experimental con 50 pacientes, randomizados en grupo G1 ($n=16$): grupo control, realizado una aspiración traqueal; GII ($n=17$): realizado vibrocompresión y aspiración traqueal; GIII ($n=17$): realizado vibrocompresión, aspiración y hiperinflación por el ventilador

mecánico. Las variables analizadas fueron: frecuencia cardíaca (FC), frecuencia respiratoria, presión arterial sistémica, saturación periférica de oxígeno, complacencia pulmonar estática, complacencia pulmonar dinámica y resistencia de las vías aéreas. Éstas se registraron en tres momentos: antes de los procedimientos (M1), inmediatamente después (M2) y 15 minutos después (M3). Para comparar el efecto y analizar la interacción entre el tiempo de medición y grupos, se utilizó el ANOVA Two-Way y post hoc de Tukey. Se determinó el tamaño del efecto mediante el cálculo f^2 de Cohen y el análisis estadístico por el programa SPSS para Windows (versión 20), nivel de significancia del 5%. En la comparación intragrupo no se encontraron diferencias, mientras que en la comparación entre grupos la variable FC presentó diferencia entre el G1 y GII en el M2 ($p=0.02$). Los resultados sugieren que los protocolos de fisioterapia respiratoria evaluados no promovieron beneficios en cuanto a la mecánica respiratoria, sin embargo resultaron seguros en términos de parámetros cardiorespiratorios.

Palabras clave | Modalidades de Fisioterapia; Respiración Artificial; Mecánica Respiratoria; Unidades de Cuidados Intensivos.

INTRODUÇÃO

A manutenção da permeabilidade das vias aéreas pela intubação traqueal e a instituição da ventilação mecânica (VM) constituem um dos pilares terapêuticos da Terapia Intensiva e um avanço no tratamento da insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada¹. No entanto, a aplicação de pressão positiva nos pulmões, por meio de uma prótese, pode gerar repercussões sistêmicas² e, em decorrências dessas, prolongar o tempo de internação³, bem como aumentar o risco de morte⁴. Entre essas, as mais frequentes são a instabilidade hemodinâmica e as infecções respiratórias, devido à redução dos mecanismos de defesa locais em função da presença do tubo. Além disso, pacientes em VM podem apresentar aumento na resistência das vias aéreas impondo maior carga ao sistema respiratório⁵.

A avaliação da mecânica respiratória tem sido objeto de estudos no cenário da VM^{6,7}. Estudo de revisão de literatura⁸ menciona que há diferença nos valores de complacência estática (Cst,rs), complacência dinâmica (Cdyn) e resistência das vias aéreas (Raw) quando se comparam pacientes em VM e em ventilação espontânea.

A fisioterapia ganha destaque, atualmente, na atuação com a equipe multiprofissional que assiste ao paciente crítico, na maioria das UTIs^{9,10}.

Segundo Siner¹¹, os avanços nas intervenções de fisioterapia respiratória contribuem para reduzir o acúmulo de secreções brônquicas em pacientes sob VM. Os procedimentos de fisioterapia que objetivam aumentar a permeabilidade das vias aéreas, otimizar a oxigenação e melhorar a mecânica respiratória são amplamente utilizados nas UTIs^{12,13}. Dentre esses, destacam-se a vibrocompressão (VC), a hiperinsuflação manual (HM) e a hiperinsuflação pelo ventilador mecânico (HV).

As evidências quanto aos benefícios da HM e da VC estão referenciadas na literatura¹⁴⁻¹⁷, no entanto a HV precisa ser mais estudada. Ainda há necessidade de padronização em relação ao melhor modo ventilatório para a hiperinsuflação e consenso sobre os parâmetros de aplicação¹⁸. Além disso, são escassos estudos que comparam a HV, uma técnica relativamente nova¹⁹, com técnicas de higiene brônquica, como a VC, que associadas poderiam potencializar os efeitos terapêuticos. Os possíveis benefícios proporcionados pela associação dessas técnicas, na melhora da mecânica respiratória, permitiriam avaliar seu uso como forma de intervenção factível de ser aplicada em pacientes sob VM.

Assim, o objetivo deste estudo é analisar os efeitos de dois protocolos de fisioterapia respiratória na

mecânica respiratória e parâmetros cardiorrespiratórios de pacientes em VM comparando-os com um protocolo de aspiração traqueal.

METODOLOGIA

Estudo piloto com desenho quase-experimental, comparativo, realizado na UTI adulto do Hospital Universitário de Santa Maria, aprovado pelo Comitê de Ética sob nº 220.812, cujo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado pelos familiares ou responsáveis.

Foram incluídos pacientes de ambos os sexos, idade superior a 18 anos, internados na UTI, com diagnóstico de insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada submetidos à VM (Inter 5-Plus® – Intermed®, São Paulo, Brazil; SERVOi, Maquet GmbH&Co, KG, Rastatt, Alemanha) por mais de 48 horas, nível de sedação profunda à leve (escala de Richmond Agitation Sedation Scale – RASS), sistema de aspiração traqueal fechado e intubados. Definiu-se como critério de insuficiência respiratória: pressão arterial de oxigênio menor ou igual a 50mmHg ou pressão arterial de dióxido de carbono maior ou igual a 50mmHg, independentemente da causa²⁰. Os pacientes em sedação leve (RASS-2) e ventilados com pressão suporte foram incluídos desde que não apresentassem assincronia com o ventilador. Foram excluídos pacientes em uso de cânula de traqueostomia; trauma raquimedular; instabilidade hemodinâmica; arritmias agudas; fratura de arcos costais; hipertensão intracraniana; queimados; pneumotórax não drenado e asma grave.

Foram coletados dados demográficos e clínicos, parâmetros cardiovasculares, ventilatórios e de mecânica respiratória. As variáveis mensuradas foram: frequência cardíaca (FC); pressão arterial média (PAM), pressão arterial sistólica; pressão arterial diastólica e saturação periférica de oxigênio, de forma não invasiva pela observação do monitor multiparamétrico DX 2022 (Dixtal Biomédica, Manaus, Brasil). A frequência respiratória (f), a pressão platô (Pplat) e a pressão de pico (Ppi) foram verificadas no visor do ventilador mecânico.

A Cst,rs foi obtida dividindo-se o volume corrente (VC) pela Pplat subtraindo o valor da PEEP; a Cdyn dividindo-se o VC pela Ppi subtraindo o valor da PEEP e a Raw dividindo-se a diferença entre a Ppi e Pplat pelo fluxo inspiratório.

As variáveis foram coletadas em três momentos: baseline (M1), imediatamente após as intervenções (M2) e 15 minutos após (M3). Os pacientes foram alocados em três grupos de intervenção, randomizados por sorteio simples realizado por um profissional independente à pesquisa, utilizando envelopes contendo dentro de cada um o grupo em que seria alocado: Grupo controle (GI) submetido à aspiração traqueal (AT); GII, manobra de vibrocompressão (VC) seguida de AT; Grupo III, manobra de VC seguida de AT e hiperinsuflação pelo ventilador mecânico (HV). Os protocolos foram aplicados pelo mesmo fisioterapeuta nos três grupos, no período vespertino, e as avaliações realizadas por um fisioterapeuta que não sabia em qual grupo o paciente estava alocado.

No GI, a AT foi realizada conforme recomendações da American Association for Respiratory Care²¹, quantas vezes fossem necessárias até que não se observasse mais secreção na sonda de aspiração.

No GII, a VC foi realizada por 10 minutos, no final da inspiração até o final da expiração²², com o paciente em decúbito dorsal e as mãos do fisioterapeuta espalmadas sobre a caixa torácica. Na sequência foi realizada a AT.

No GIII, as manobras de VC e AT foram seguidas da manobra de HV. Esta foi realizada com o incremento na pressão ou volume, dependendo do modo ventilatório em uso, a fim de atingir 40cmH₂O de Ppi durante 10 minutos²³.

No momento da aplicação dos protocolos, os procedimentos médicos e de enfermagem não foram realizados.

Cálculo amostral

Estimado para obtenção de um nível de significância de 5% ($p < 0,05$) e poder de 80% (programa WinPepi versão 10.5). Considerando o desvio-padrão da variável Cst,rs do estudo de Lemes et al.²⁴, a previsão foi uma amostra de 23 indivíduos em cada grupo.

Análise estatística

Resultados apresentados em média e desvio-padrão. Pelo teste de Shapiro-Wilk verificou-se a normalidade da distribuição dos dados. As variáveis antropométricas foram comparadas entre os grupos pela ANOVA One-Way e post hoc de Tukey. Para comparar o efeito e

analisar a interação entre tempo de mensuração e grupos, utilizou-se a ANOVA Two-Way e post hoc de Tukey. O tamanho do efeito foi determinado a partir do f^2 de Cohen para comparação entre os grupos e classificado como grande, moderado e pequeno²⁵. Utilizou-se o programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 20, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Dos 58 pacientes elegíveis para o estudo, três foram excluídos por instabilidade hemodinâmica e cinco por uso de cânula de traqueostomia. Os 50 restantes foram alocados em três grupos: GI (n=16), GII (n=17) e GIII (n=17). Posteriormente houve perda de seguimento de cinco pacientes, finalizando o estudo com 45 (Figura 1).

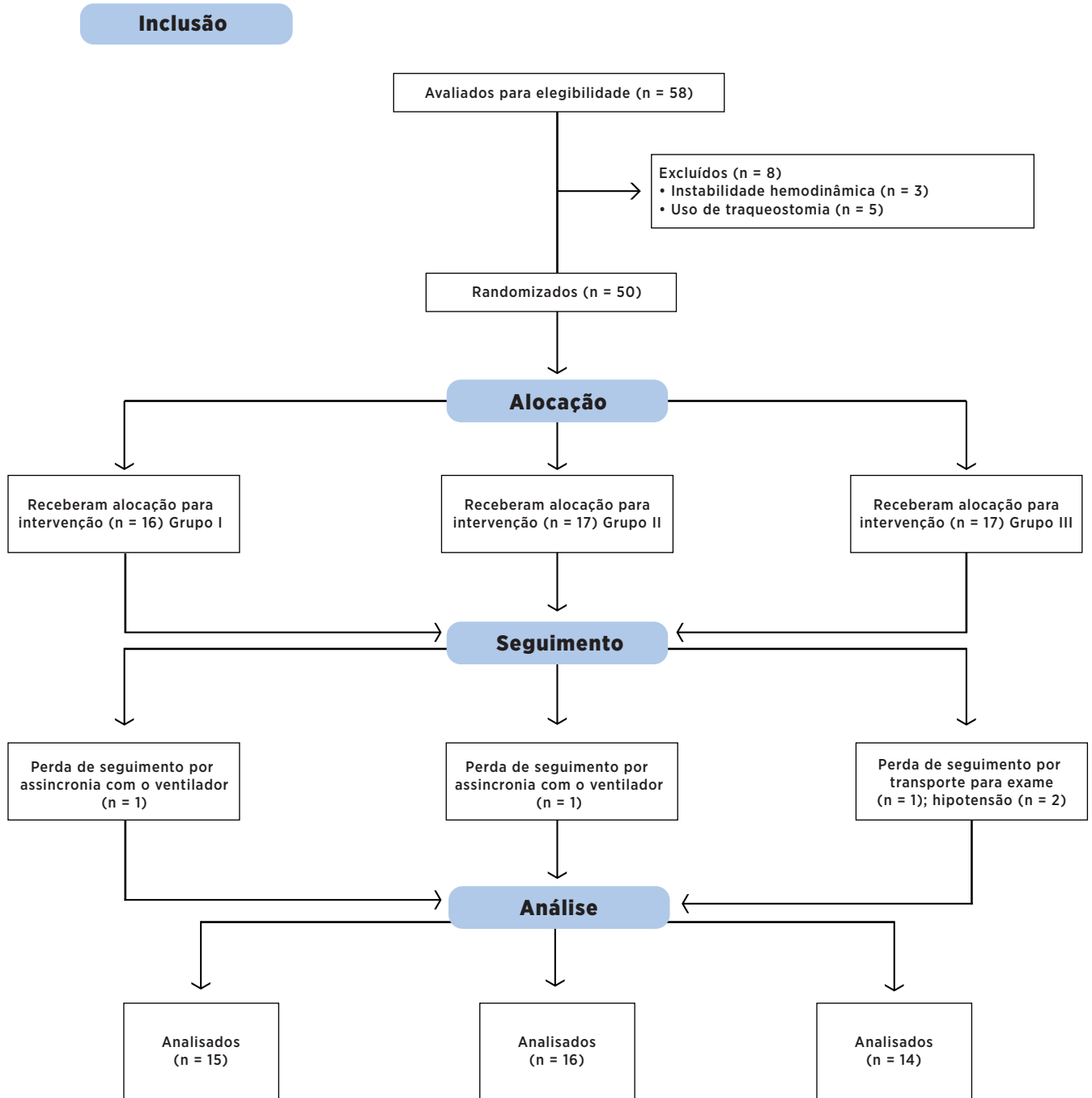


Figura 1. Fluxograma do estudo

A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra, não sendo observadas diferenças entre os grupos.

A Tabela 2 mostra os parâmetros cardiorrespiratórios e de mecânica respiratória nos três grupos e a comparação intra e entre grupos. Na

comparação intragrupo não se observaram diferenças, enquanto na comparação entre grupos, a variável FC apresentou diferença entre GI e GII no M2 ($77,4 \pm 12,7 \rightarrow 87,3 \pm 20,6$ bpm; $p=0,02$), com tamanho de efeito grande (f^2 de Cohen=0,39).

Tabela 1. Caracterização da amostra

Variáveis	GI (n=15)	GII (n=16)	GIII (n=14)	p
Sexo masculino, n (%)	10 (66,7)	13 (81,2)	7 (50)	0,19
Idade (anos)	56,5±15,4	52,3±14,0	58,5±17,0	0,40
Tempo VM (dias)	4,3±2,6	6,9±5,4	5,4±4,3	0,51
PEEP (cmH ₂ O)	6,7±1,6	6,6±1,3	7,6±2,9	0,79
FiO ₂ (%)	48,1±7,7	43,1±6,8	46,8±10,1	0,27
Motivo da internação				
Cirúrgica, n (%)	4 (26,7)	4 (20,0)	5 (35,7)	0,79
Traumática, n (%)	5 (33,3)	3 (18,8)	1 (7,1)	0,20
Pulmonar, n (%)	1 (6,7)	5 (31,2)	3 (21,4)	0,22
Neurológica, n (%)	3 (20,0)	2 (12,5)	3 (21,4)	0,78
Infecciosa, n (%)	1 (6,7)	2 (12,5)	2 (14,3)	0,78
Cardíaca, n (%)	1 (6,7)	0 (0)	0 (0)	0,36
Modo ventilatório				
PCV, n (%)	12 (80,0)	12 (75,0)	13 (82,2)	0,42
PSV, n (%)	1 (6,7)	1 (6,2)	0 (0,0)	0,62
VCV, n (%)	1 (6,7)	3 (18,8)	1 (7,1)	0,48
Medicamentos				
Antibiótico, n (%)	6 (40,0)	7 (43,8)	5 (35,7)	0,90
Sedação, n (%)	15 (100,0)	16 (100,0)	14 (100,0)	0,35
Vasopressor, n (%)	7 (46,7)	5 (31,2)	10 (71,4)	0,08
Corticoide, n (%)	4 (26,7)	8 (50,0)	9 (64,3)	0,12

Valores expressos em Média±DP e percentuais. GI: grupo aspiração traqueal; GII: vibrocompressão e aspiração traqueal; GIII: vibrocompressão, aspiração traqueal e hiperinsuflação pelo ventilador mecânico; VM: ventilação mecânica; PEEP: pressão positiva expiratória final; FiO₂: fração inspirada de oxigênio; PCV: ventilação controlada à pressão; PSV: ventilação por pressão suporte; VCV: ventilação controlada por volume

Tabela 2. Variáveis cardiorrespiratórias, de complacência do sistema respiratório e de resistência das vias aéreas

	FC (bpm)	f (rpm)	PAM (mmHg)	SpO ₂ (%)	Cst,rs (mL/cmH ₂ O)	Cdyn (mL/cmH ₂ O)	Raw (cmH ₂ O/L/s)	
Grupo I	M1	73,7±9,7	14,9±1,8	93,8±17,2	96,9±3,4	42,3±12,8	25,6±7,3	13,0±6,5
	M2	77,4±12,7	15,4±1,9	93,6±16,3	97,5±2,6	43,4±19,3	26,1±7,5	12,4±6,8
	M3	77,5±12,2	14,9±1,8	94,3±12,6	97,5±2,6	47,3±19,8	26,8±7,5	12,8±6,1
	p-valor ^α	0,58	0,73	0,39	0,78	0,72	0,9	0,95
Grupo II	M1	83,4±21,0	16,6±4,4	91,1±15,7	98,0±3,2	45,1±14,7	27,4±8,3	12,2±5,9
	M2	87,3±20,6	16,7±3,1	98,2±14,1	98,4±2,2	47,2±16,9	29,7±9,2	10,9±7,1
	M3	86,9±21,3	16,0±2,8	92,9±12,2	98,2±2,0	48,4±16,9	29,8±9,4	11,0±6,8
	p-valor ^α	0,85	0,84	0,34	0,91	0,85	0,69	0,82
Grupo III	M1	84,2±18,6	16,1±2,4	92,6±13,4	98,1±1,6	42,1±16,5	25,5±7,7	12,2±6,0
	M2	83,4±18,1	15,9±2,2	87,4±16,3	98,1±1,8	46,6±17,1	28,7±11,8	12,1±6,2
	M3	85,1±19,4	15,7±2,4	94,3±12,1	97,6±2,1	48,7±18,3	30,2±13,3	11,8±6,6
	p-valor ^α	0,97	0,92	0,4	0,73	0,59	0,54	0,98
p-valor ^β	0,02*	0,06	0,64	0,19	0,76	0,33	0,6	
Tamanho do efeito ^β	0,39	0,33	0,07	0,26	0,04	0,17	0,28	

^αComparação intragrupo. ^βComparação entre grupos. Valores expressos em Média±DP. FC: frequência cardíaca; f: frequência respiratória; PAM: pressão arterial média; SpO₂: saturação periférica de oxigênio; Cst,rs: complacência estática do sistema respiratório; Cdyn: complacência dinâmica do sistema respiratório; Raw: resistência das vias aéreas * Diferença significativa entre Grupo I e II no M2 (ANOVA Two-Way)

DISCUSSÃO

Atualmente tem-se debatido a respeito da segurança da aplicação dos procedimentos de fisioterapia respiratória em pacientes críticos^{16,26,27}. No entanto, são escassos os estudos que avaliaram os efeitos desses sobre os parâmetros cardiorrespiratórios. No presente estudo, embora a FC detenha mostrado diferença entre o GI e GII no M2, ressalta-se que apresentou os parâmetros de normalidade e, assim, não se evidenciou relevância clínica no achado, indicando que os protocolos adotados mostraram-se hemodinamicamente seguros nesses pacientes.

Apesar da escassez de evidências dos efeitos da HV associada à VC sobre os parâmetros cardiorrespiratórios em pacientes críticos, é importante mencionar o estudo de Castro et al.²² que avaliaram as repercussões hemodinâmicas da VC em pacientes traqueostomizados, constatando que a VC promoveu redução na PAM. No estudo de Cerqueira Neto et al.¹⁶ foi observado que a VC associada à aceleração do fluxo expiratório (AFE) não alterou a PAM em pacientes com TCE sob VM. As variáveis hemodinâmicas foram mantidas durante a VC e AFE; no entanto, houve aumento da PAM, pressão intracraniana, FC e da pressão da artéria pulmonar durante a AT. Todos os valores retornaram ao nível basal 10 minutos após o procedimento.

Em nosso estudo, as variáveis de mecânica respiratória não se alteraram em nenhum dos momentos avaliados, o que sugere que os protocolos, conforme aplicados, não foram efetivos para evidenciar, até o momento, a recuperação das complacências e redução da resistência. É importante destacar que os valores de C_{dyn}, C_{st}, R_s e R_{aw} se apresentavam fora dos parâmetros de normalidade desde o M1 e se mantiveram assim nos demais momentos avaliados. Ressalta-se também que tais achados foram evidenciados nas comparações intra e entre grupos.

A maioria dos estudos sobre os efeitos dos recursos de higiene brônquica na mecânica respiratória de pacientes em VM analisou a HV de forma isolada ou comparada à HM, sendo escassos os que analisaram os efeitos da HV associada com manobras de VC, conforme realizado neste estudo. Ao comparar a HV com a HM, Dennis et al.²⁸ verificaram que não houve diferença em relação à complacência e ao volume corrente. Entretanto, estudo semelhante conduzido por Berney et al.¹⁹ demonstrou aumento da complacência pulmonar após a aplicação de ambas as técnicas de hiperinsuflação. Entre os poucos

estudos que associaram a HV com técnicas manuais de higiene brônquica, destaca-se o de Guimarães et al.²⁹, que utilizaram uma técnica semelhante à VC associada à hiperinsuflação por meio de pressão suporte, não observando melhora na mecânica respiratória.

Consideramos como limitações do presente estudo a heterogeneidade da amostra em relação aos motivos clínicos de internação e a impossibilidade do uso de métodos para quantificação do volume de secreção traqueobrônquica eliminado.

Sendo assim, nossos achados devem ser interpretados com cautela. A continuidade do estudo, com o propósito de atingir o tamanho amostral previsto, bem como a realização de ensaios clínicos randomizados, poderão esclarecer melhor os potenciais benefícios das intervenções aqui analisadas e frequentemente utilizadas na prática clínica da fisioterapia respiratória em UTI. Neste ponto, a aplicabilidade prática da pesquisa se remete à ausência de implicações negativas em relação aos procedimentos fisioterapêuticos investigados, tanto do ponto de vista hemodinâmico quanto do cardiorrespiratório, havendo necessidade de comprovação se são benéficos na recuperação das complacências e redução da resistência das vias aéreas em pacientes sob VM.

CONCLUSÃO

Os protocolos de fisioterapia respiratória não tiveram benefícios em relação à mecânica respiratória; entretanto, mostraram-se seguros quanto aos parâmetros cardiorrespiratórios e, sob este ponto de vista, podem ser utilizados com segurança.

REFERÊNCIAS

1. Laghi F, Tobin MJ. Indications for mechanical ventilation. In: Tobin, MJ, editor. Principles and Practice of Mechanical Ventilation. 2. New York: MacGraw-Hill Co. 2006:129-62.
2. Carvalho CRR. Ventilator-associated pneumonia. J Bras Pneumol. 2006;32(4):xx-ii.
3. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Stewart TE, Benito S, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. J Am Med Assoc. 2002;287(3):345-55.
4. Esteban A, Frutos-Vivar F, Muriel A, Ferguson ND, Peñuelas O, Abraira V, et al. Evolution of mortality over time in patients receiving mechanical ventilation. Am J Respir Crit Care Med. 2013;188(2):220-30.

5. Smith BK, Gabrielli A, Davenport PW, Martin AD. Effect of training on inspiratory load compensation in weaned and unweaned mechanically ventilated ICU patients. *Respir Care*. 2014;59(1):22-31.
6. Alotaibi GA. Effect of pressure support level, patient's effort, and lung mechanics on phase synchrony during pressure support ventilation. *Middle East J Anaesthesiol*. 2014;22(6):573-82.
7. Valentini R, Aquino-Esperanza J, Bonelli I, Maskin P, Setten M, Danze F, et al. Gas exchange and lung mechanics in patients with acute respiratory distress syndrome: comparison of three different strategies of positive end expiratory pressure selection. *J Crit Care*. 2015;30(2):334-40.
8. Henderson WR, Sheel AW. Pulmonary mechanics during mechanical ventilation. *Respir Physiol Neurobiol*. 2012;180(2-3):162-72.
9. França EET, Ferrari F, Fernandes P, Cavalcanti R, Duarte A, Martinez BP, et al. Fisioterapia em pacientes críticos adultos: recomendações do Departamento de Fisioterapia da Associação de Medicina Intensiva Brasileira. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2012;24(1):6-22.
10. Sommers J, Engelbert RH, Dettling-Ihnenfeldt D, Gosselink R, Spronk PE, Nollet F, et al. Physiotherapy in the intensive care unit: an evidence-based, expert driven, practical statement and rehabilitation recommendations. *Clin Rehabil*. 2015 Feb 13. [Epub ahead of print]
11. Siner JM. An exogenous cough. *Crit CareMed*. 2013;41(3):929-30.
12. Castro AA, Calil SR, Freitas SA, Oliveira AB, Porto EF. Chest physiotherapy effectiveness to reduce hospitalization and mechanical ventilation length of stay, pulmonary infection rate and mortality in ICU patients. *Respir Med*. 2013;107(1):68-74.
13. Naue Wda S, Forgiarini Junior LA, Dias AS, Vieira SR. Chest compression with a higher level of pressure support ventilation: effects on secretion removal, hemodynamics, and respiratory mechanics in patients on mechanical ventilation. *J Bras Pneumol*. 2014;40(1):55-60.
14. Jones AY. Secretion movement during manual lung inflation and mechanical ventilation. *Respir Physiol Neurobiol*. 2002;132(3):321-7.
15. Paulus F, Binnekade JM, Vroom MB, Schultz MJ. Benefits and risks of manual hyperinflation in intubated and mechanically ventilated intensive care unit patients: a systematic review. *Crit Care*. 2012;16(4):R145.
16. Cerqueira Neto ML, Moura AV, Cerqueira TC, Aquim EE, Reá-Neto A, Oliveira MC, et al. Acute effects of physiotherapeutic respiratory maneuvers in critically ill patients with craniocerebral trauma. *Clinics*. 2013;68(9):1210-4.
17. Ferreira LL, Valenti VE, Vanderlei LC. Chest physiotherapy on intracranial pressure of critically ill patients admitted to the intensive care unit: a systematic review. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2013;25(4):327-33.
18. Hayes K, Seller D, Webb M, Hodgson CL, Holland AE. Ventilator hyperinflation: a survey of current physiotherapy practice in Australia and New Zealand. *N Z J Physiother*. 2011;39(3):124-30.
19. 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.
20. Batista CC, Goldbaum Júnior MA, Sztiler F, Goldim JR, Fritscher CC. Medical futility and respiratory failure: a prospective cohort study. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007;19(2):151-60.
21. Restrepo RD, Brown JM, Hughes JM. AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010. *Respir Care*. 2010;55(6):758-64.
22. Castro AAM, Rocha S, Reis C, Leite JRO, Porto EF. Comparação entre as técnicas de vibrocompressão e de aumento do fluxo expiratório em pacientes traqueostomizados. *Fisioter Pesqui*. 2010;17(1):18-23.
23. Dennis D, Jacob WJ, Samuel FD. A survey of the use of ventilator hyperinflation in Australian tertiary intensive care unit. *Crit Care Resusc*. 2010;12(4):262-8.
24. Lemes DA, Zin WA, 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.
25. Lindenau JD, Guimarães LSP. Calculando o tamanho de efeito no SPSS Revista HCPA. 2012;32(3):363-81.
26. Dias CM, Siqueira TM, Faccio TR, Gontijo LC, Salge JA, Volpe MS. Efetividade e segurança da técnica de higiene brônquica: hiperinsuflação manual com compressão torácica. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2011;23(2):190-8.
27. Sricharoenchai T, Parker AM, Zanni JM, Nelliot A, Dinglas VD, Needham DM. Safety of physical therapy interventions in critically ill patients: a single-center prospective evaluation of 1110 intensive care unit admissions. *J Crit Care*. 2014;29(3):395-400.
28. 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.
29. Lopes AJ, Constantino SS, Lima JC, Canuto P, Menezes S. Expiratory rib cage in mechanically ventilated subjects: a randomized crossover trial. *Respir Care* 2014;59(5):678-85.