

Clarissa Netto Blattner<sup>1</sup>, Rafael Saldanha dos Santos<sup>2</sup>, Fernando Suparregui Dias<sup>2,3</sup>, Alexandre Simões Dias<sup>4</sup>, Régis Gemerasca Mestriner<sup>1</sup>, Sílvia Regina Rios Vieira<sup>5</sup>

## Uso da hiperinsuflação manual combinada com pressão expiratória positiva e compressão torácica é seguro durante o choque séptico estável: um estudo clínico randomizado

*Acute bag-valve breathing maneuvers plus manual chest compression is safe during stable septic shock: a randomized clinical trial*

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar os efeitos de manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão manual do tórax, com relação à segurança, à hemodinâmica e à oxigenação em pacientes com choque séptico estável.

**Delineamento:** Este foi um estudo com dois grupos paralelos, randomizado e com avaliador cego. Um pesquisador independente preparou uma lista de randomização gerada por computador para alocação dos tratamentos.

**Local:** Unidade de terapia intensiva do Hospital São Lucas, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

**Participantes:** Foram avaliados 52 indivíduos quanto à elegibilidade e, destes, 32 pacientes foram incluídos no estudo. Todos os indivíduos incluídos (n = 32) receberam a intervenção alocada (n = 19 para o Grupo Experimental e n = 13 para o Grupo Controle).

**Intervenção:** Vinte minutos de manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão manual do tórax (Grupo Experimental) ou compressão do tórax, conforme o uso rotineiro de nossa unidade

de terapia intensiva (Grupo Controle). Foi realizado seguimento imediatamente após e 30 minutos após a intervenção.

**Principal métrica de desfecho:** Pressão arterial média.

**Resultados:** Todos os indivíduos inscritos concluíram o estudo (n = 32). Não identificamos efeitos relevantes na pressão arterial média (p = 0,17), frequência cardíaca (p = 0,50) ou pressão média da artéria pulmonar (p = 0,89) após ajuste quanto à idade e ao peso do participante. Após ajuste dos dados, ambos os grupos foram idênticos com relação ao consumo de oxigênio (p = 0,84). A saturação periférica de oxigênio tendeu a aumentar com o tempo em ambos os grupos (p = 0,05), e não ocorreu associação significativa entre o débito cardíaco e a saturação venosa de oxigênio (p = 0,813). Não se observou deterioração clínica.

**Conclusão:** Uma única sessão de manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão manual do tórax é hemodinamicamente segura em curto prazo para pacientes com choque séptico estável.

**Descritores:** Terapia respiratória; Exercícios respiratórios; Choque séptico; Unidades de terapia intensiva; Controle das vias aéreas

1. Faculdade de Enfermagem, Nutrição e Fisioterapia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Porto Alegre (RS), Brasil.

2. Hospital São Lucas, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Porto Alegre (RS), Brasil.

3. Unidade de Terapia Intensiva, Hospital Pompeia - Caxias do Sul (RS), Brasil.

4. Departamento de Fisioterapia, Hospital das Clínicas de Porto Alegre, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre (RS), Brasil.

5. Unidade de Terapia Intensiva, Hospital das Clínicas de Porto Alegre, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre (RS), Brasil.

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Submetido em 30 de junho de 2016

Aceito em 3 de novembro de 2016

### Autor correspondente:

Clarissa Netto Blattner  
Faculdade de Enfermagem, Nutrição e Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
Avenida Ipiranga, 6690  
CEP: 90619-900 - Porto Alegre (RS), Brasil  
E-mail: clarissa.blattner@puccrs.br

**Editor responsável:** Alexandre Biasi Cavalcanti

DOI: 10.5935/0103-507X.20170004

### INTRODUÇÃO

A sepse se caracteriza por uma série de eventos desencadeados por uma infecção grave.<sup>(1)</sup> A interação entre mediadores pró-inflamatórios, anti-inflama-

tórios e apoptóticos leva a falência circulatória, depressão miocárdica, aumento da taxa metabólica e anormalidades na proporção entre demanda e reserva de oxigênio, contribuindo, desta forma, para uma hipóxia tissular global.<sup>(2,3)</sup> Assim, as alterações hemodinâmicas necessitam de monitoramento estrito, para minimizar a ocorrência de complicações clínicas.<sup>(4)</sup>

A fisioterapia é atualmente amplamente utilizada nas unidades de terapia intensiva (UTI) por ter efeitos positivos em pacientes críticos. Tais benefícios podem resultar dos efeitos fisiológicos da mobilização precoce e melhora da eliminação de secreções brônquicas.<sup>(5-7)</sup> Adicionalmente, um estudo prévio realizado no Brasil demonstrou um aumento do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) e uma diminuição da saturação venosa de oxigênio ( $SvO_2$ ) em razão do aumento da extração de oxigênio ( $ERO_2$ ) após mobilização precoce em pacientes críticos.<sup>(8)</sup>

No entanto, demonstrou-se, em estudos realizados em animais, que a hiperinsuflação manual leva a efeitos deletérios, como redução do débito cardíaco, vasoconstrição compensatória e aumento da resistência vascular sistêmica.<sup>(9)</sup> Assim, as modificações hemodinâmicas inerentes ao procedimento poderiam contraindicar a fisioterapia torácica em algumas condições clínicas, como o choque séptico.

Para avaliar esta questão, nosso grupo de pesquisa verificou recentemente os efeitos agudos das técnicas manuais de compressão torácica na hemodinâmica, perfil inflamatório e estresse oxidativo em pacientes com choque séptico. Neste estudo, observamos um aumento da oxigenação, assim como uma redução dos níveis de lactato e de estresse oxidativo, sem a ocorrência de alterações hemodinâmicas.<sup>(10)</sup> Entretanto, ainda não é claro se técnicas vigorosas de fisioterapia torácica, como manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão manual do tórax, afetam a hemodinâmica e a oxigenação em pacientes com choque séptico.

As perguntas de pesquisa foram as seguintes: Qual o efeito em curto prazo das manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva (hiperinsuflação manual associada com válvula de pressão expiratória final positiva) combinadas com técnicas padrão de compressão manual do tórax na hemodinâmica e na oxigenação em pacientes com choque séptico estável? Este procedimento é seguro em curto prazo?

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de

compressão manual do tórax, com relação à segurança, à hemodinâmica e à oxigenação em pacientes com choque séptico estável.

## MÉTODOS

Este foi um estudo randomizado com dois grupos paralelos e um avaliador cego (Grupos Experimental e Controle). Os participantes foram recrutados dentre pacientes da UTI. Os desfechos foram medidos antes, imediatamente após, e 30 minutos depois da intervenção. Como o registro de estudos clínicos é obrigatório no Brasil desde 2012, o presente estudo foi registrado retrospectivamente no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos sob o número RBR-283ZTS. O Comitê de Ética da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul aprovou o estudo. Todos os participantes ou representantes legalmente aceitos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, antes que se iniciasse a coleta de dados.

Os participantes elegíveis incluíram todos os pacientes adultos, com idade entre 19 e 80 anos, choque séptico, em uso de um cateter arterial pulmonar (Swan-Ganz) e submetidos à ventilação mecânica. Os critérios de exclusão foram: gravidez, infarto agudo do miocárdio há menos de 3 meses do início do estudo, doença pulmonar crônica prévia, cardiopatia grave (fração de ejeção < 30%), expectativa de vida inferior a 24 horas, e impossibilidade de um responsável legalmente aceitável assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram avaliados 52 pacientes quanto à elegibilidade, e 32 foram incluídos no estudo (Figura 1). O estudo foi realizado na UTI do Hospital São Lucas, em Porto Alegre, entre agosto de 2009 e fevereiro de 2013. O Hospital São Lucas é referência para tratamento da sepse na Região Sul do Brasil.

## Intervenção

Os pacientes foram designados ao acaso para receber manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão do tórax (Grupo Experimental) ou o cuidado rotineiro (Grupo Controle). O Grupo Experimental recebeu 20 minutos de manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão torácica. Utilizou-se uma válvula de mola para manter a pressão expiratória final positiva em  $10\text{cmH}_2\text{O}$ . Utilizou-se uma bolsa autoinflante (AMBU) de 3L conectada a um fluxo de  $10\text{L}/\text{minuto}$  de oxigênio para aplicar uma pressão inspiratória de  $40\text{cmH}_2\text{O}$ . Acoplou-se um manômetro

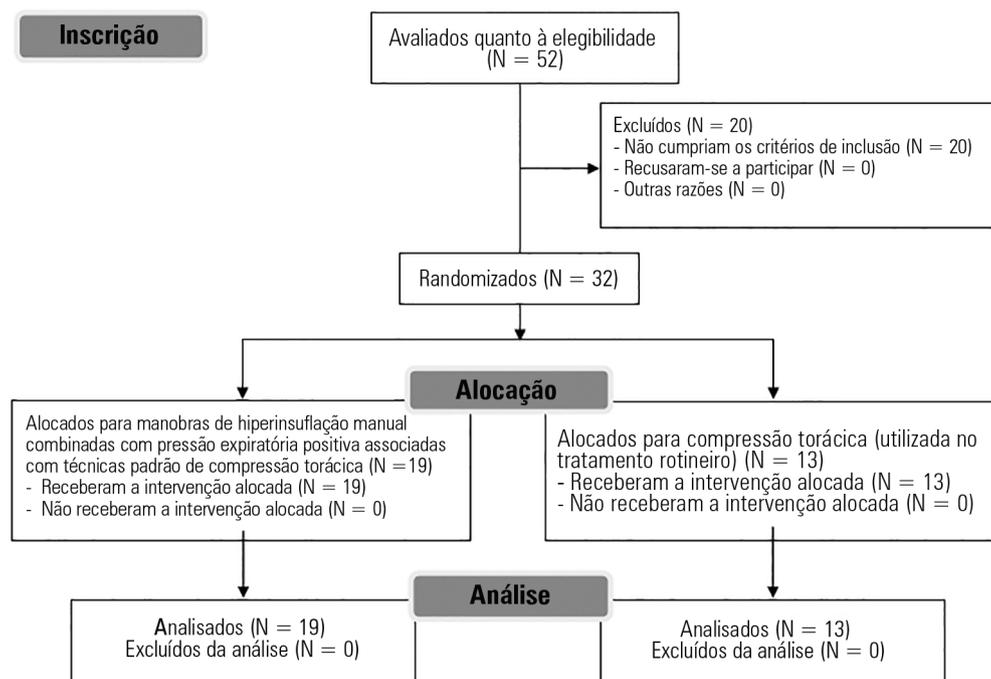


Figura 1 - Fluxograma do estudo.

ao sistema, com a finalidade de controlar as pressões aplicadas. Utilizaram-se respirações longas ou alternância de hiperinsuflação manual rápida e lenta como manobras de respiração. A frequência respiratória durante a intervenção variou de 18 a 30 ciclos respiratórios por minuto (rpm). Os tempos inspiratório e expiratório variaram conforme o paciente. O tubo endotraqueal foi aspirado imediatamente após a intervenção, com utilização de um sistema de fechado de aspiração (Trach Care, TM).

Os pacientes do Grupo Controle receberam 20 minutos de fisioterapia segundo o padrão rotineiro de tratamento do hospital (vibrocompressão torácica, terapia expiratória manual passiva e manobras de compressão-descompressão, promovendo limpeza brônquica e reexpansão pulmonar). O tubo endotraqueal foi aspirado com um sistema similar e por tempo equivalente ao utilizado no Grupo Experimental.

Todos os pacientes permaneceram em decúbito dorsal com a cabeceira do leito elevada a 40°, para evitar a ocorrência de viés durante a coleta de dados. Os valores da ventilação mecânica foram ajustados em ambos os grupos segundo a rotina da UTI: regulagem em controle de volume, volume corrente de 6 - 7 mL/kg, e fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>) de 0,45 - 0,8.

Por questões éticas, não avaliamos um grupo controle adicional (sem fisioterapia). Os pacientes críticos geralmente recebiam terapia diária de compressão torácica como parte do tratamento padrão nesta UTI.

### Métricas de desfecho

No presente estudo, testamos a hipótese de que as manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva (hiperinsuflação manual associada com válvula para pressão expiratória final positiva) mais compressões torácicas: (1) não induziriam efeitos deletérios na hemodinâmica e na oxigenação em pacientes com choque séptico estável; e (2) considerando a hemodinâmica, seriam clinicamente seguras em curto prazo. O desfecho primário foi a pressão arterial média (PAM). Os desfechos secundários foram frequência cardíaca (FC), pressão arterial pulmonar média, índice de resistência vascular pulmonar, índice cardíaco, fração de ejeção ventricular direita, índice de volume diastólico final, saturação arterial de oxigênio (SpO<sub>2</sub>), saturação venosa central de oxigênio (ScvO<sub>2</sub>), taxa de VO<sub>2</sub>, taxa de extração de oxigênio e taxa de liberação de oxigênio. Todos os desfechos foram medidos antes, imediatamente após, e 30 minutos após a intervenção.

## Randomização

Os participantes foram designados ao acaso, por meio de procedimentos simples de randomização (com base em uma lista de números aleatórios gerada por computador), para receber os procedimentos experimental ou controle. A listagem de números aleatórios gerada por computador foi preparada por um pesquisador independente. A sequência de alocação foi ocultada do pesquisador, que inscreveu e avaliou os participantes em envelopes de numeração sequencial, opacos e selados. Após obtenção da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o pesquisador telefonou para um contato independente do processo de recrutamento para obter a definição da alocação.

## Ocultação de códigos

Os pacientes, os médicos e os fisioterapeutas estavam cientes da alocação dos pacientes (para o Grupo Experimental ou Controle), e os que avaliaram os desfechos e procederam à análise dos dados foram mantidos cegos quanto à alocação.

## Análise dos dados

O tamanho da amostra foi calculado com uso de dados previamente publicados, de um modelo de estudo em animais.<sup>(9)</sup> Estes dados foram escolhidos em razão de que, até onde sabemos, na ocasião do delineamento desta pesquisa, o estudo do qual provinham os dados era o mais semelhante ao nosso. Frequência cardíaca, PAM e pressão da artéria pulmonar foram utilizadas como principais desfechos. Foram necessários 26 participantes (13 em cada grupo) para obter um nível de significância de 5% e um poder estatístico de 85%, com desvio padrão como tamanho previsto do efeito. Foram recrutados seis participantes extras, para permitir possíveis perdas ou saídas. Os dados com distribuição normal foram expressos como média, mais ou menos desvio padrão. Os desfechos qualitativos foram descritos com uso de frequências absolutas e relativas. Para avaliar a homogeneidade do grupo antes da intervenção, aplicou-se o teste *t* de Student ou o teste de Mann-Whitney, dependendo do perfil dos dados. Utilizou-se o teste qui quadrado de Pearson para comparar os parâmetros qualitativos entre os grupos. Utilizou-se Análise da Variância (ANOVA) ou ANOVA para medidas repetidas, para fazer as comparações intergrupos e intragrupos. Realizaram-se, conforme indicado, testes *post hoc* de Bonferroni. Utilizou-se Análise de Covariância

(ANCOVA) para medidas repetidas para controlar quanto a fatores de confusão. Os resultados foram considerados significantes quando os valores de *p* foram iguais ou menores do que 0,05. Para análise dos dados, utilizou-se o programa *Statistical Package for the Social Science* (SPSS, Chicago, EUA), versão 18.0.

## RESULTADOS

### Fluxo de participantes, terapeutas e centros durante o estudo

O recrutamento e a coleta de dados foram realizados entre agosto de 2009 e fevereiro de 2013.

Foram avaliadas 52 pessoas quanto à elegibilidade e, destas, incluíram-se 32. Dezenove participantes foram alocados para o Grupo Experimental, e 13 para o Grupo Controle. Não ocorreram complicações durante os procedimentos de controle e intervenção. Todos os indivíduos incluídos (*n* = 32) receberam a intervenção alocada (*n* = 19 no Grupo Experimental e *n* = 13 no Grupo Controle) e foram incluídos na análise dos dados. A tabela 1 apresenta as características basais dos participantes.

Tabela 1 - Características basais dos pacientes

Variáveis	Grupo Experimental (N = 19)	Grupo Controle (N = 13)	Valor de p
Idade	46,4 ± 18,6	61,2 ± 15,4	0,025
Peso	75,6 ± 12,3	86,7 ± 15,9	0,034
Estatura	170,5 ± 8,6	171,2 ± 11,9	0,863
Sexo			0,770
Masculino	8 (42,1)	7 (53,8)	
Feminino	11 (57,9)	6 (46,2)	
Duração da ventilação mecânica	7,00 ± 4,48	6,31 ± 2,63	0,587
Tipo de sepse			
Urinária	4 (21,1)	5 (38,5)	
Pulmonar	10 (52,6)	3 (23,1)	0,261
Abdominal	4 (21,1)	5 (38,5)	
Fígado	1 (5,3)	0 (0,0)	
SOFA	13,61 ± 4,7	14,21 ± 3,9	0,210
Vasopressor (mc/kg/minuto)	0,20 ± 0,09	0,22 ± 0,09	0,647
Óbito	10 (52,6)	9 (69,2)	0,567

SOFA - *Sequential Organ Failure Assessment*. Os resultados são expressos como número (%) e médias ± desvio padrão.

Os indivíduos foram similares em todas as variáveis entre os grupos, com exceção da idade ( $p = 0,025$ ) e do peso ( $p = 0,034$ ). O Grupo Experimental foi constituído por indivíduos mais jovens e que pesavam menos. Realizou-se um teste ANCOVA para medidas repetidas, para controlar quanto a qualquer viés (ajustes para os fatores idade e peso). Conforme previsto, não se detectaram diferenças significantes após ajuste com ANCOVA.

A PAM, desfecho primário, não diferiu de forma significativa ( $p > 0,05$ ) entre os Grupos Experimental (basal:  $84,0 \pm 9,3$ mmHg; 30 minutos após:  $84,7 \pm 12,8$ mmHg) e Controle (basal:  $76,7 \pm 14,1$ mmHg; 30 minutos após:  $78,8 \pm 13,0$ mmHg). Como os grupos não diferiram significativamente, não se calculou um tamanho de efeito. Não ocorreram eventos adversos nem efeitos colaterais. Este achado era previsto, pois as modificações hemodinâmicas induzidas pelo choque séptico e a indicação do cateter de Swan-Ganz são em geral independentes da idade e do índice de massa corporal. Encontramos diferenças na PAM ao testar os “efeitos principais do grupo” (ajustado por idade e peso), com  $p = 0,029$ . Entretanto, não ocorreram outros efeitos principais nos momentos de avaliação (antes, imediatamente após e 30 minutos após a intervenção), com  $p = 0,647$ , ou efeitos de interação entre “momento de avaliação” e “grupo”, com  $p = 0,318$ , o que sugere que esta diferença em relação à PAM não é relacionada aos procedimentos experimentais. Os valores basais de saturação de oxigênio ( $\text{SaO}_2$ ) ( $94,2 \pm 3,6$ ), FC ( $106,1 \pm 13,7$ ), PAM ( $84,0 \pm 9,3$ ) e  $\text{VO}_2$  ( $146,0 \pm 70,3$ ) demonstraram que os participantes estavam hemodinamicamente estáveis na avaliação basal.

### Impacto hemodinâmico dos procedimentos

A tabela 2 apresenta a comparação intragrupos (medidas repetidas). Encontramos um “efeito de tempo” hiperagudo nos valores de FC, débito cardíaco, PAM e pressão arterial pulmonar média. Porém, tais diferenças não foram identificadas como significantes quando os dados foram ajustados quanto à idade e ao peso dos indivíduos (Tabela 2). Esperam-se diferenças sutis, uma vez que a aspiração, em geral, tem um impacto agudo na hemodinâmica. Além disto, ocorreu um súbito e transitório aumento da PAM após a manobra de hiperinsuflação manual combinada com pressão expiratória positiva associada com técnicas padrão de compressão do tórax, que retornou a valores similares ao basal e os do grupo controle dentro de 30 minutos. Não se observou nos dados analisados qualquer alteração clinicamente relevante.

### Impacto dos procedimentos na oxigenação

A tabela 3 apresenta os dados referentes à oxigenação. Ocorreu um “efeito de tempo” isolado na  $\text{SaO}_2$  ( $p < 0,001$ ), que continuou significativa após ajustes na ANCOVA (para idade e peso;  $p = 0,05$ ). Este achado mostrou que a  $\text{SpO}_2$  tendeu a aumentar com o tempo em ambos os grupos. No entanto, não se identificaram diferenças entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Nossos achados mostraram um aumento significativo do  $\text{VO}_2$  30 minutos após a intervenção ( $p = 0,01$ ). Não se encontraram diferenças no Grupo Controle ( $p = 0,39$ ). Entretanto, estes efeitos não foram significantes após ajustes por ANCOVA quanto a idade e ao peso (Tabela 3). Mais ainda, não se identificou

**Tabela 2** - Variáveis hemodinâmicas, segundo o grupo e o momento de avaliação

Variáveis	Grupo Experimental (N = 19)			Grupo Controle (N = 13)		
	Antes	Imediatamente após	30 minutos após	Antes	Imediatamente após	30 minutos após
Frequência cardíaca (bpm)	106,1 ± 13,7	113,8 ± 17,6	109,7 ± 15,0	109,3 ± 20,0	113,4 ± 22,3	106,9 ± 19,2
Débito cardíaco (L/min)	5,76 ± 1,16	5,28 ± 0,91*	5,15 ± 0,79	5,66 ± 1,26	5,20 ± 0,84	5,09 ± 0,64
PAM (mmHg)	84,0 ± 9,3	91,8 ± 12,8*	84,7 ± 12,8	76,7 ± 14,1	80,4 ± 15,5	78,8 ± 13,0
PAMP (mmHg)	27,9 ± 3,7	28,8 ± 4,7†	27,1 ± 3,4	29,7 ± 7,7	30,9 ± 7,3	29,5 ± 6,5
IRVP ( $\text{dy} \cdot \text{sec}/\text{cm}^5/\text{m}^2$ )	469,9 ± 272,8	503,4 ± 275,3	460,9 ± 285,7	526,6 ± 261,7	612,9 ± 293,5	566,0 ± 270,7
Índice cardíaco (L/minuto/m <sup>2</sup> )	2,53 ± 0,98	2,37 ± 1,10	2,51 ± 1,18	2,41 ± 1,13	2,28 ± 1,27	2,54 ± 1,19
FEVD (%)	24,1 ± 8,5	22,5 ± 9,0	24,0 ± 8,3	26,9 ± 11,1	24,9 ± 11,5	27,4 ± 11,8
IVDF (mL/m <sup>2</sup> )	112,1 ± 40,3	109,2 ± 32,7	115,4 ± 44,4	93,8 ± 31,9	94,2 ± 33,2	93,4 ± 30,2

PAM - pressão arterial média; PAMP - pressão arterial média pulmonar; IRVP - índice de resistência vascular pulmonar; FEVD - fração de ejeção ventricular direita; IVDF - índice de volume diastólico final. Valores expressos como médias ± desvio padrão. Efeitos dentro do grupo com \* $p < 0,001$  e † $p < 0,03$ .

**Tabela 3** - Variáveis de oxigenação, segundo o grupo e o momento de avaliação

Variáveis	Grupo Experimental (N = 19)			Grupo Controle (N = 13)		
	Antes	Imediatamente após	30 minutos após	Antes	Imediatamente após	30 minutos após
SaO <sub>2</sub>	94,2 ± 3,6	96,5 ± 4,2*	97,6 ± 2,1	94,5 ± 3,8	96,1 ± 3,9	97,1 ± 2,4
SvO <sub>2</sub>	69,8 ± 7,5	71,8 ± 9,8	75,7 ± 7,8	72,7 ± 12,0	72,7 ± 10,2	71,9 ± 8,3
VO <sub>2</sub>	146,0 ± 70,3	147,1 ± 70,8†	165,9 ± 72,9	158,1 ± 101,8	145,9 ± 60,8	156,1 ± 56,7
ERO <sub>2</sub>	24,1 ± 6,6	25,8 ± 7,9	26,2 ± 9,8	24,1 ± 11,6	26,5 ± 8,9	27,0 ± 8,5
DO <sub>2</sub>	512,8 ± 120,3	536,3 ± 119,7	538,2 ± 120,3	516,2 ± 195,2	492,2 ± 141,6	491,7 ± 135,4

SaO<sub>2</sub> - saturação arterial de oxigênio; SvO<sub>2</sub> - saturação venosa de oxigênio; VO<sub>2</sub> - taxa de consumo de oxigênio; ERO<sub>2</sub> - taxa de extração de oxigênio; DO<sub>2</sub> - taxa de fornecimento de oxigênio. Valores expressos como médias ± desvio padrão. \*p < 0,001; †p = 0,030.

qualquer associação significativa entre débito cardíaco e ScvO<sub>2</sub> (p = 0,813).

## DISCUSSÃO

Demonstrou-se que a fisioterapia tem diversos benefícios para os pacientes críticos. A depuração brônquica, a prevenção e resolução de atelectasias, o aumento da troca gasosa e a melhora do desempenho da musculatura inspiratória são exemplos de objetivos da fisioterapia nas UTI.<sup>(11-14)</sup> Este estudo foi conduzido em uma UTI na qual todos os pacientes sob ventilação mecânica recebem procedimentos de fisioterapia respiratória e motora três vezes ao dia.

Este estudo demonstrou que ambos os procedimentos, a compressão torácica ou as manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão torácica, tendem a aumentar a SaO<sub>2</sub> em pacientes de choque séptico estável, sem modificações clinicamente relevantes na hemodinâmica em curto prazo. Embora nosso objetivo principal fosse testar a segurança hemodinâmica aguda, é importante salientar a ausência de diferenças nos resultados obtidos entre as duas técnicas. Este interessante achado pode ser explicado por duas hipóteses. Primeiro, é improvável encontrar diferenças clinicamente importantes entre as técnicas de fisioterapia torácica empregadas após aplicá-las em uma única sessão.<sup>(7,11)</sup> Em segundo lugar, enquanto estudos prévios sugeriram que a fisioterapia torácica induz os efeitos benéficos na depuração das vias aéreas, contribuindo para prevenção da pneumonia associada ao ventilador, complacência e resistência pulmonar,<sup>(15-18)</sup> os protocolos estudados aplicaram uma ampla combinação de técnicas. Assim, os benefícios clínicos da fisioterapia torácica podem ser proporcionados quando se usam técnicas combinadas.<sup>(11)</sup> Independentemente disto, parece prematuro tirar conclusões quanto à eficácia clínica das técnicas do estudo com base apenas nos dados do presente estudo. É necessário que se realizem novas pesquisas para esclarecer as hipóteses descritas anteriormente.

O monitoramento hemodinâmico tem sido submetido a estudos nas pesquisas em terapia intensiva.<sup>(4,9,19)</sup> Um estudo clínico randomizado prévio demonstrou que o uso de uma máscara de pressão expiratória positiva (PEP) pode aumentar de forma significativa a PAM, a pressão arterial pulmonar média, a pressão venosa central e a pressão de oclusão da artéria pulmonar. Entretanto, considerou-se que estas diferenças não têm um impacto danoso relevante na estabilidade hemodinâmica. Na verdade, a pressão expiratória positiva pode proporcionar diversos benefícios ao paciente, como reexpansão pulmonar e melhora da depuração das vias aéreas.<sup>(20,21)</sup> Em estudos similares, observaram-se aumento da PaO<sub>2</sub> e SaO<sub>2</sub>, com diminuição da PaCO<sub>2</sub>. Este efeito estava correlacionado à melhora da mecânica respiratória e da depuração brônquica.<sup>(10)</sup>

Nossos achados concordam com estes estudos. Demonstramos que as manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão manual do tórax não induzem as alterações hemodinâmicas relevantes ou a deterioração clínica. As sutis diferenças hiperagudas observadas imediatamente após os procedimentos de controle e experimental foram provavelmente similares aos observados durante o tratamento rotineiro padrão, isto é, a aspiração das vias aéreas, a modificação do decúbito ou os cuidados de higiene corpórea. Embora tenhamos testado os efeitos de manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva na segurança hemodinâmica aguda, não se avaliou uma possível lesão pulmonar secundária relacionada ao procedimento.<sup>(16)</sup> Entretanto, adotamos as manobras hiperinsuflação manual com bolsa com pressão apenas até 40cmH<sub>2</sub>O (controlado com manômetro) como estratégia protetora para evitar lesão pulmonar, conforme sugerido na literatura.<sup>(15)</sup> A limitação deste estudo representa assunto para uma possível avaliação futura. As complicações cardiovasculares na sepse se associam com desfechos desfavoráveis.<sup>(1)</sup> No choque séptico, a proporção de consumo/fornecimento de oxigênio é crítica. Assim, o perfil hemodinâmico deve ser controlado

estritamente para dar suporte à demanda metabólica do paciente.<sup>(22)</sup>

Atualmente, a  $ScvO_2$  é o padrão-ouro para avaliar o equilíbrio entre o suprimento global de oxigênio e sua demanda, o que se correlaciona com o débito cardíaco.  $SvO_2$  baixa é um forte biomarcador de insuficiência do débito cardíaco. No entanto, valores normais de débito cardíaco não indicam que o suprimento de oxigênio atenda adequadamente a demanda tissular de oxigênio.<sup>(23)</sup> Por exemplo, os indivíduos inscritos neste estudo apresentavam valores basais de débito cardíaco acima do normal, o que é um achado que reforça os dados previamente publicados.

Pacientes sépticos têm elevado  $VO_2$  e são altamente dependentes de seu fornecimento. O aumento do  $VO_2$  associado com redução da extração de oxigênio pelos tecidos periféricos pode comprometer a microcirculação e resultar em hipóxia tissular. Além disto, a diminuição da diferença venoarterial sugere que oxigênio não consegue atingir os tecidos periféricos.<sup>(24)</sup>

Nossos resultados demonstraram que a saturação de oxigênio tendeu a aumentar com o tempo em ambos os grupos, o que concorda com a literatura.<sup>(25)</sup> Mais ainda, não encontramos efeitos importantes no  $VO_2$  quando os dados foram ajustados quanto à idade e ao peso. Estes achados sugerem que os efeitos da fisioterapia em curto prazo não estão relacionados a aumentos danosos do  $VO_2$ .<sup>(24)</sup> Além do mais, as manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão manual do tórax não promoveram benefícios adicionais em curto prazo quando comparadas à fisioterapia torácica convencional. Como só se aplicou uma sessão, são necessários mais estudos para esclarecer os efeitos em longo prazo das manobras hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão manual do tórax na segurança hemodinâmica, assim como seus efeitos terapêuticos.

Este estudo tem diversas limitações. O cateter de Swan-Ganz, um dispositivo invasivo para monitoramento, proporciona dados hemodinâmicos precisos.<sup>(26)</sup> Por outro lado, até onde sabemos, poucos estudos utilizaram este cateter para avaliar os efeitos de técnicas fisioterápicas, um fato que pode ser explicado pelas indicações médicas restritas do cateter de Swan-Ganz. Paradoxalmente, enquanto o cateter proporciona dados de elevada qualidade, é importante considerar as limitações de sua validade externa. Por exemplo, nossa UTI cuida de uma média de 12 pacientes monitorados com cateter de Swan-Ganz a cada

ano. Portanto, nossos dados não podem ser extrapolados para todos os pacientes críticos.

Mais ainda, a inclusão de indivíduos com distintos focos sépticos pode ter resultado em um viés de seleção. Além disto, não se avaliaram parâmetros metabólicos como lactato plasmático nem mensurações calorimétricas. Estes parâmetros poderiam ser assunto para futuros ensaios cíclicos delineados para esclarecer os mecanismos bioquímicos relacionados com os procedimentos fisioterápicos torácicos.

Como os pacientes em choque séptico incluídos eram pacientes críticos,<sup>(1)</sup> métricas secundárias (isto é, taxa de mortalidade, número de dias sob ventilação mecânica, tempo de permanência na UTI e pneumonia associada ao ventilador) são amplamente influenciadas pelas disfunções e falências de órgãos (dados não apresentados). Assim, foi impossível estabelecer o peso estatístico (contribuição) das técnicas fisioterápicas (aplicadas em uma única sessão) nos desfechos principais com utilização do presente tamanho de amostra. São necessários mais estudos para esclarecer este ponto.

## CONCLUSÃO

Uma combinação de manobras hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão torácica foi segura e não teve efeitos deletérios hemodinâmicos em curto prazo. As diferenças sutis observadas na avaliação basal não foram clinicamente relevantes. Finalmente, a saturação de oxigênio tendeu a aumentar com o tempo em ambos os grupos, demonstrando que as técnicas avaliadas produziram um benefício significativo. São necessários estudos clínicos em longo prazo para elucidar o tamanho do efeito e os mecanismos bioquímicos dos diferentes protocolos de fisioterapia em pacientes com choque séptico.

Em geral, uma única sessão de manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva associadas com técnicas padrão de compressão torácica manual é hemodinamicamente segura em curto prazo para pacientes em choque séptico estável. Entretanto, não se observaram efeitos benéficos agudos em comparação ao cuidado usual oferecido.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à equipe da unidade de terapia intensiva do Hospital São Lucas, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Este estudo foi financiado pelas agências brasileiras de fomento: Conselho Nacional

de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

### Contribuição dos autores

Clarissa Netto Blattner realizou a pesquisa bibliográfica, participou da coleta de dados e da preparação do manuscrito. Rafael Saldanha dos Santos participou da coleta de dados. Régis Gemerasca Mestriner contribuiu para a preparação do manuscrito e reviu o manuscrito. Fernando Suparregui Dias, Alexandre Simões Dias e Silvia Regina Rios Vieira contribuíram para o delineamento do estudo e análise dos dados.

### Resumidamente

*Conhecimento atual:* as técnicas de fisioterapia torácica demonstram efeitos positivos em pacientes críticos. Entretanto, a segurança e a eficácia das compressões torácicas e das manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva são desconhecidas em pacientes com choque séptico.

*Como este artigo contribui para seu conhecimento:* este estudo clínico randomizado demonstra que compressões torácicas manuais, combinadas ou não com manobras de hiperinsuflação manual combinadas com pressão expiratória positiva são hemodinamicamente seguras em curto prazo em pacientes com choque séptico estável.

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the effects of bag-valve breathing maneuvers combined with standard manual chest compression techniques on safety, hemodynamics and oxygenation in stable septic shock patients.

**Design:** A parallel, assessor-blinded, randomized trial of two groups. A computer-generated list of random numbers was prepared by an independent researcher to allocate treatments.

**Setting:** The Intensive Care Unit at *Hospital São Lucas, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul*.

**Participants:** Fifty-two subjects were assessed for eligibility, and 32 were included. All included subjects ( $n = 32$ ) received the allocated intervention ( $n = 19$  for the Experimental Group and  $n = 13$  for the Control Group).

**Intervention:** Twenty minutes of bag-valve breathing maneuvers combined with manual chest compression techniques (Experimental Group) or chest compression, as routinely used at

our intensive care unit (Control Group). Follow-up was performed immediately after and at 30 minutes after the intervention.

**Main outcome measure:** Mean artery pressure.

**Results:** All included subjects completed the trial ( $N = 32$ ). We found no relevant effects on mean artery pressure ( $p = 0.17$ ), heart rate ( $p = 0.50$ ) or mean pulmonary artery pressure ( $p = 0.89$ ) after adjusting for subject age and weight. Both groups were identical regarding oxygen consumption after the data adjustment ( $p = 0.84$ ). Peripheral oxygen saturation tended to increase over time in both groups ( $p = 0.05$ ), and there was no significant association between cardiac output and venous oxygen saturation ( $p = 0.813$ ). No clinical deterioration was observed.

**Conclusion:** A single session of bag-valve breathing maneuvers combined with manual chest compression is hemodynamically safe for stable septic-shocked subjects over the short-term.

**Keywords:** Respiratory therapy; Breathing exercises; Shock, septic; Intensive care units; Airway management

### REFERÊNCIAS

- Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM, Sevransky JE, Sprung CL, Douglas IS, Jaeschke R, Osborn TM, Nunnally ME, Townsend SR, Reinhart K, Kleinpell RM, Angus DC, Deutschman CS, Machado FR, Rubenfeld GD, Webb S, Beale RJ, Vincent JL, Moreno R; Surviving Sepsis Campaign Guidelines Committee including The Pediatric Subgroup. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock, 2012. *Intensive Care Med.* 2013;39(2):165-228.
- Maddirala S, Khan A. Optimizing hemodynamic support in septic shock using central and mixed venous oxygen saturation. *Crit Care Clin.* 2010;26(2):323-33, table of contents.
- Otero RM, Nguyen HB, Huang DT, Gaieski DF, Goyal M, Gunnerson KJ, et al. Early goal-directed therapy in severe sepsis and septic shock revisited: concepts, controversies, and contemporary findings. *Chest.* 2006;130(5):1579-95.
- Cutts S, Talboys R, Paspula C, Premepeh EM, Fanous R, Ail D. Adult respiratory distress syndrome. *Ann R Coll Surg Engl.* 2017;99(1):12-6.
- Wong WP, Paratz JD, Wilson K, Burns YR. Hemodynamic and ventilatory effects of manual respiratory physiotherapy techniques of chest clapping, vibration, and shaking in an animal model. *J Appl Physiol* (1985). 2003;95(3):991-8.
- Zeppos L, Patman S, Berney S, Adsett JA, Bridson JM, Paratz JD. Physiotherapy in intensive care is safe: an observational study. *Aust J Physiother.* 2007;53(4):279-83.
- Ciesla ND. Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Phys Ther.* 1996;76(6):609-25.
- Savi A, Maia CP, Dias AS, Teixeira C. Hemodynamic and metabolic effects of passive leg movement in mechanically ventilated patients. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2010;22(4):315-20.
- Anning L, Paratz J, Wong WP, Wilson K. Effect of manual hyperinflation on haemodynamics in an animal model. *Physiother Res Int.* 2003;8(3):155-63.

10. dos Santos RS, Donadio MV, da Silva GV, Blattner CN, Melo DA, Nunes FB, et al. Immediate effects of chest physiotherapy on hemodynamic, metabolic, and oxidative stress parameters in subjects with septic shock. *Respir Care*. 2014;59(9):1398-403.
11. Stiller K. Physiotherapy in intensive care: towards an evidence-based practice. *Chest*. 2000;118(6):1801-13.
12. Borghi-Silva A, Mendes RG, Costa Fde S, Di Lorenzo VA, Oliveira CR, Luzzi S. The influences of positive end expiratory pressure (PEEP) associated with physiotherapy intervention in phase I cardiac rehabilitation. *Clinics (Sao Paulo)*. 2005;60(6):465-72.
13. Pasquina P, Tramèr MR, Walder B. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. *BMJ*. 2003;327(7428):1379.
14. Denehy L, Berney S. The use of positive pressure devices by physiotherapists. *The Eur Respir J*. 2001;17(4):821-9.
15. Lobo DM, Cavalcante LA, Mont'Alverne DG. Applicability of bag squeezing and zEEP maneuvers in mechanically ventilated patients. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2010;22(2):186-91.
16. Moreira FC, Teixeira C, Savi A, Xavier R. Changes in respiratory mechanics during respiratory physiotherapy in mechanically ventilated patients. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2015;27(2):155-60.
17. Hodgson C, Denehy L, Ntoumenopoulos G, Santamaria J, Carroll S. An investigation of the early effects of manual lung hyperinflation in critically ill patients. *Anaesth Intensive Care*. 2000;28(3):255-61.
18. 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.
19. Jellema WT, Groeneveld AB, van Goudoever J, Wesseling KH, Westerhof N, Lubbers MJ, et al. Hemodynamic effects of intermittent manual lung hyperinflation in patients with septic shock. *Heart Lung*. 2000;29(5):356-66.
20. Santos Sena AC, Ribeiro SP, Condessa RL, Vieira SR. Expiratory positive airway pressure in postoperative cardiac hemodynamics. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(5):594-9.
21. AARC clinical practice guideline. Use of positive airway pressure adjuncts to bronchial hygiene therapy. American Association for Respiratory Care. *Respir Care*. 1993;38(5):516-21.
22. Rangel-Frausto MS, Pittet D, Hwang T, Woolson RF, Wenzel RP. The dynamics of disease progression in sepsis: Markov modeling describing the natural history and the likely impact of effective antisepsis agents. *Clin Infect Dis*. 1998;27(1):185-90.
23. Krafft P, Steltzer H, Hiesmayr M, Klimscha W, Hammerle AF. Mixed venous oxygen saturation in critically ill septic shock patients. The role of defined events. *Chest*. 1993;103(3):900-6.
24. Troškot R, Simurina T, Zizak M, Majstorovic K, Marinac I, Mrakovcic-Sutic I. Prognostic value of venoarterial carbon dioxide gradient in patients with severe sepsis and septic shock. *Croat Med J*. 2010;51(6):501-8.
25. Berney S, Denehy L. The effect of physiotherapy treatment on oxygen consumption and haemodynamics in patients who are critically ill. *Aust J Physiother*. 2003;49(2):99-105.
26. Dias FS, Rezende EA, Mendes CL, Silva JM Jr, Sanches JL. Hemodynamic monitoring in the intensive care unit: a Brazilian perspective. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2014;26(4):360-6.