

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS MÉDICAS

WAGNER DA SILVA NAUE

**O USO DA HIPERINSUFLAÇÃO COM O VENTILADOR MECÂNICO COMO
TÉCNICA DE HIGIENE BRÔNQUICA**

Porto Alegre
2015

WAGNER DA SILVA NAUE

**O USO DA HIPERINSUFLAÇÃO COM O VENTILADOR MECÂNICO COMO
TÉCNICA DE HIGIENE BRÔNQUICA**

Orientadora: Profa. Dra. Sílvia Regina Rios Vieira

Co-orientador: Prof. Alexandre Simões Dias

Tese apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor em Medicina:
Ciências Médicas, da Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação
em Medicina: Ciências Médicas.

Porto Alegre

2015

O USO DA HIPERINSUFLAÇÃO COM O VENTILADOR MECÂNICO COMO
TÉCNICA DE HIGIENE BRÔNQUICA

Banca examinadora

Prof. Dr. Luciano Zubran Goldani

Prof. Dr. Wolnei Caumo

Prof. Dr. Marcio Manozzo Boniatti

Prof. Dr. Luiz Alberto Forgiarini Junior

RESUMO

Base teórica: Muitos pacientes internados em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) necessitam da instituição da ventilação mecânica invasiva (VM). Porém esta pode trazer efeitos deletérios como: alteração na higiene brônquica e pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV). Devido a isso, faz-se necessária avaliação de técnicas de higiene brônquicas eficazes e o menos deletérias possíveis.

Objetivos: Comparar a eficácia das técnicas em estudo: vibrocompressão (VB) (G1), hiperinsuflação com o ventilador mecânico (HMV) (G2) VB + HMV (G3) na quantidade de secreção aspirada (SEC), no tempo de VM, na incidência de PAV, na reintubação orotraqueal (Re-IoT) e na mortalidade de pacientes em VM.

Método: Ensaio clínico randomizado, realizado no Centro de Terapia Intensiva do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). Foram incluídos no estudo 93 pacientes (29 G1, 32 G2 e 32 G3) em VM por mais de 24 horas. Foram aplicadas as seguintes técnicas: aspiração isolada (ASP), VB, HMV e VB + HMV. Foram medidas as seguintes variáveis: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pressão arterial média (PAM), saturação arterial periférica de oxigênio (SpO₂), pressão inspiratória de pico (PIP), volume corrente (VC), complacência dinâmica (C_{dyn}), peso da SEC; tempo de VM, Re-IoT, incidência de PAV e mortalidade na VM.

Conclusão: O grupo 3 foi o único que apresentou aumento significativo da SEC, quando comparado à ASP (0,7 g (0,1-2,5) vs 0,2 g (0,0-0,6) – p = 0,006). Em comparação com os demais grupos, o grupo 2 apresentou aumento significativo na incidência de PAV (22% - p = 0,003) e Re-IoT (21,9% - p = 0,048), demonstrando assim, na amostra estudada, que VB + HMV é mais eficaz quanto à quantidade de SEC e exerce efeito protetor, juntamente com a VB, na incidência de PAV e Re-IoT.

Palavras-chaves: Aspiração traqueal; Fisioterapia respiratória; Higiene brônquica; Hiperinsuflação com ventilador mecânico; Pneumonia associada a ventilação mecânica.

ABSTRACT

Background: Many patients admitted to the Intensive Care Unit (ICU) require the institution of invasive Mechanical Ventilation (MV). However, this can bring harmful effects such as changes in mucociliary transport and cough capacity, leading to bronchial obstruction and Ventilator Associated-Pneumonia (VAP).

Objective: To compare the efficacy of the techniques: Vibrocompression (G1), Hyperinflation with Mechanical Ventilation (G2) Vibrocompression + Hyperinflation with Mechanical Ventilation (G3) in the amount of Aspirated Secretions (AS), MV time, the incidence of VAP, Re-intubation tracheal (Re-IntT) and mortality of patients on MV.

Method: Randomized clinical trial, conducted at the Intensive Care Unit, of the Hospital de Clinicas de Porto Alegre (HCPA). 93 patients were included in the study (29 G1, 32 G2 and 32 G3) in mechanical ventilation for more than 24 hours. The following techniques were applied: Isolated Aspiration (ASP), Vibrocompression (VB), Hyperinflation with Mechanical Ventilation (HMV) Vibrocompression + Hyperinflation with Mechanical Ventilation (HMV + VB). The following variables were measured: Heart Rate (HR), Respiratory Rate (RR), Mean Arterial Pressure (MAP), Peripheral Arterial Oxygen Saturation (SpO₂); Peak Inspiratory Pressure (PIP), Tidal Volume (TV); Dynamic Compliance (C_{dyn}); weight of the AS; VM time; Re-IntT; VAP incidence and mortality in the VM.

Conclusion: The HMV + VB (G3) was the only group that showed significant increase in the AS (0.7 g (0.1-2.5) vs 0.2 g (0.0-0.6) – p = 0.006) when compared to ASP. Compared with the other groups G2 showed a significant increase in the incidence of VAP (22% - p = 0.003) and Re-IntT (21.9% - p = 0.048). Thus demonstrating in the sample, which HMV + VB is more effective as the amount of secretion aspirated and has a protective effect, along with the VB, the incidence of VAP and Re-IntT.

Key words: Airway clearance; Chest physiotherapy; Open tracheal suction; Ventilator associated-pneumonia; Ventilator hyperinflation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Estratégia de busca de referência bibliográfica.....	12
-----------------	--	----

LISTA DE TABELAS DO ARTIGO

Table 1	Clinical and demographic characteristics	43
Table 2	Comparison of changes in hemodynamic and pulmonar.....	44
Table 3	Comparison of the rate of MV	45

LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO

Figure 1	Design na flow of participants through the trial	38
Figure 2	Graph of the amount of secretion sucked.....	46

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AC	Ventilação assisto-controlada
Cdyn	Complacência dinâmica
cmH₂O	Centímetros de água
CPIS	<i>Clinical Pulmonary Infection Score</i>
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
g	Grama
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
HMV	Hiperinsuflação com o ventilador mecânico
Hz	Hertz
l/min	Litros por minuto
ml	Mililitros
ml/dia	Mililitros por dia
mmHg	Milímetros de mercúrio
PAM	Pressão arterial média
PAV	Pneumonia associada a ventilação mecânica
PEEP	Pressão expiratória final
PIP	Pressão inspiratória de pico
Re-lot	Reintubação orotraqueal
SARA	Síndrome da angústia respiratória aguda
SEC	Secreção aspirada
SpO₂	Saturação periférica de oxigênio
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VB	Vibrocompressão
VB + HMV	Vibrocompressão associada a hiperinsuflação com ventilador mecânico
VC	Volume corrente
VM	Ventilação mecânica invasiva

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS DO ARTIGO

ICU	<i>Intensive Care Unit</i>
MV	<i>Mechanical Ventilation</i>
VAP	<i>Ventilator Associated-Pneumonia</i>
AS	<i>Aspirated Secretions</i>
Re-Int	<i>Reintubation Tracheal</i>
G1	<i>Group 1</i>
G2	<i>Group 2</i>
G3	<i>Group 3</i>
ASP	<i>Aspiration Isolated</i>
VB	<i>Vibrocompression</i>
TV	<i>Tidal Volume</i>
Cdyn	<i>Dynamic Compliance</i>
MI	<i>Mililiters</i>
HCPA	<i>Hospital de Clínicas de Porto Alegre</i>
APACHE II	<i>Acute Physiology and Chronic Health Evaluation</i>
HR	<i>Heart Rate</i>
FR	<i>Respiratory Rate</i>
MAP	<i>Mean Arterial Pressure</i>
SpO₂	<i>Peripheral Arterial Saturation of Oxygen</i>
PIP	<i>Inspiratory Peak Pressure</i>
PEEP	<i>Positive and Expiratory Pressure</i>
Δ	<i>Final Value Minus Initial Value</i>
SPSS 20.0	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
HMV	<i>Hiperinflation to the Ventilator</i>
HMV+VB	<i>Hiperinflation to the Ventilator Associated Vibrocompression</i>
AS	<i>Aspiration Tracheal</i>
SEC	<i>Secretions Aspirated</i>

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA.....	11
2.2 DEPURAÇÃO DE MUCO.....	14
2.3 ASPIRAÇÃO TRAQUEAL COM SISTEMA ABERTO.....	15
2.4 TÉCNICA DE HIGIENE BRÔNQUICA.....	17
2.5 PNEUMONIA ASSOCIADA À VENTILAÇÃO MECÂNICA (PAV).....	19
2.6 HIPERINSUFLAÇÃO PULMONAR COMO TÉCNICA DE HIGIENE BRÔNQUICA.....	22
3 JUSTIFICATIVA	27
4 HIPÓTESE	28
5 OBJETIVOS	29
5.1 OBJETIVO GERAL.....	29
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
6 REFERÊNCIAS	30
7 ARTIGO: Comparison of three technical airway clearance in mechanical ventilated patients: a randomized clinical trial.....	34
ABSTRACT.....	35
INTRODUCTION.....	36
MATERIALS AND METHODS.....	37
RESULTS.....	43
DISCUSSION.....	46
CONCLUSION.....	49
REFERENCES.....	50
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
9 PERSPECTIVAS FUTURAS	54
10 ANEXOS	55
Anexo A – Ficha de Coleta de Dados.....	55
Anexo B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	56
Anexo C – CONSORT 2010 Checklist of information to include when reporting a randomized trial.....	57

1 INTRODUÇÃO

Nos indivíduos saudáveis, os músculos respiratórios possuem a capacidade de ventilar os pulmões mantendo uma adequada troca gasosa. Quando este sistema respiratório falha, faz-se necessária a instituição de ventilação mecânica invasiva (VM).¹

Devido a tal circunstância, muitos dos pacientes internados em Unidade de Tratamento intensivo (UTI) necessitam da instituição de VM. Porém esta não traz somente os efeitos desejados de melhora das trocas gasosas, mas também efeitos deletérios no transporte mucociliar e na capacidade de tosse.^{1, 2}

Estes efeitos deletérios diminuem a efetividade do mecanismo mucociliar levando a uma estase de secreções nas vias aéreas, conseqüentemente uma obstrução dos brônquios.³ Quando esta obstrução não é revertida, ocorre uma hipoventilação das vias aéreas distais, provocando a formação de atelectasias e hipoxemia. O acúmulo de secreção nos brônquios associado às áreas não ventiladas favorece a multiplicação de micro-organismos podendo ocasionar o desenvolvimento de pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV).^{4, 5}

Ciente disto, o fisioterapeuta, como integrante da equipe da UTI, se envolve intimamente com a resolução e/ou amenização do problema. Cabe-lhe, então, utilizar as mais variadas técnicas e conhecimentos de sua profissão para melhorar a função pulmonar, entre outras formas, auxiliando na remoção e expectoração de secreções brônquicas, evitando assim o acúmulo das mesmas e, conseqüentemente, a hipoxemia e pneumonias.

Uma das técnicas mais utilizadas, atualmente, para promover a higiene brônquica é a vibrocompressão (VB), que se caracteriza por uma contração sustentada (isométrica) dos membros superiores do fisioterapeuta produzindo uma força vibratória sobre o tórax do paciente. A técnica é realizada somente na fase

expiratória do paciente e visa aumentar o transporte mucociliar da periferia pulmonar para as vias aéreas de maior calibre.²

Muitos pacientes não respondem ao tratamento com técnicas de higiene brônquicas convencionais (VB), necessitando de técnicas de incremento do volume pulmonar, como a hiperinsuflação manual com a bolsa máscara reservatório ou a alteração nos parâmetros dos ventiladores mecânicos.

Uma maneira de incrementar esse volume pulmonar é a utilização da hiperinsuflação manual com o bolsa máscara reservatório, que apresenta, contudo, inúmeros efeitos deletérios, tais como a variação de pressão na via aérea de 30 a 80 cmH₂O, o que pode ser deletério para os pulmões, pois, conforme Robson e colaboradores autores, pressões de pico nas vias aéreas acima de 40 cmH₂O podem causar barotrauma.⁶

Outra maneira de incrementar o volume pulmonar é utilizar a hiperinsuflação com o ventilador mecânico (HMV), que ser realizada através do aumento da pressão inspiratória levando a aumento do volume corrente (VC) e, conseqüentemente, hiperinsuflação pulmonar. Um exemplo da utilização desta técnica foi o estudo randomizado cruzado realizado por Savian e colaboradores que compararam a hiperinsuflação manual com a HMV, demonstrando aumento na complacência estática. Vantagem esta que não se repetiu quanto à quantidade de secreção aspirada (SEC) e a oxigenação.⁷

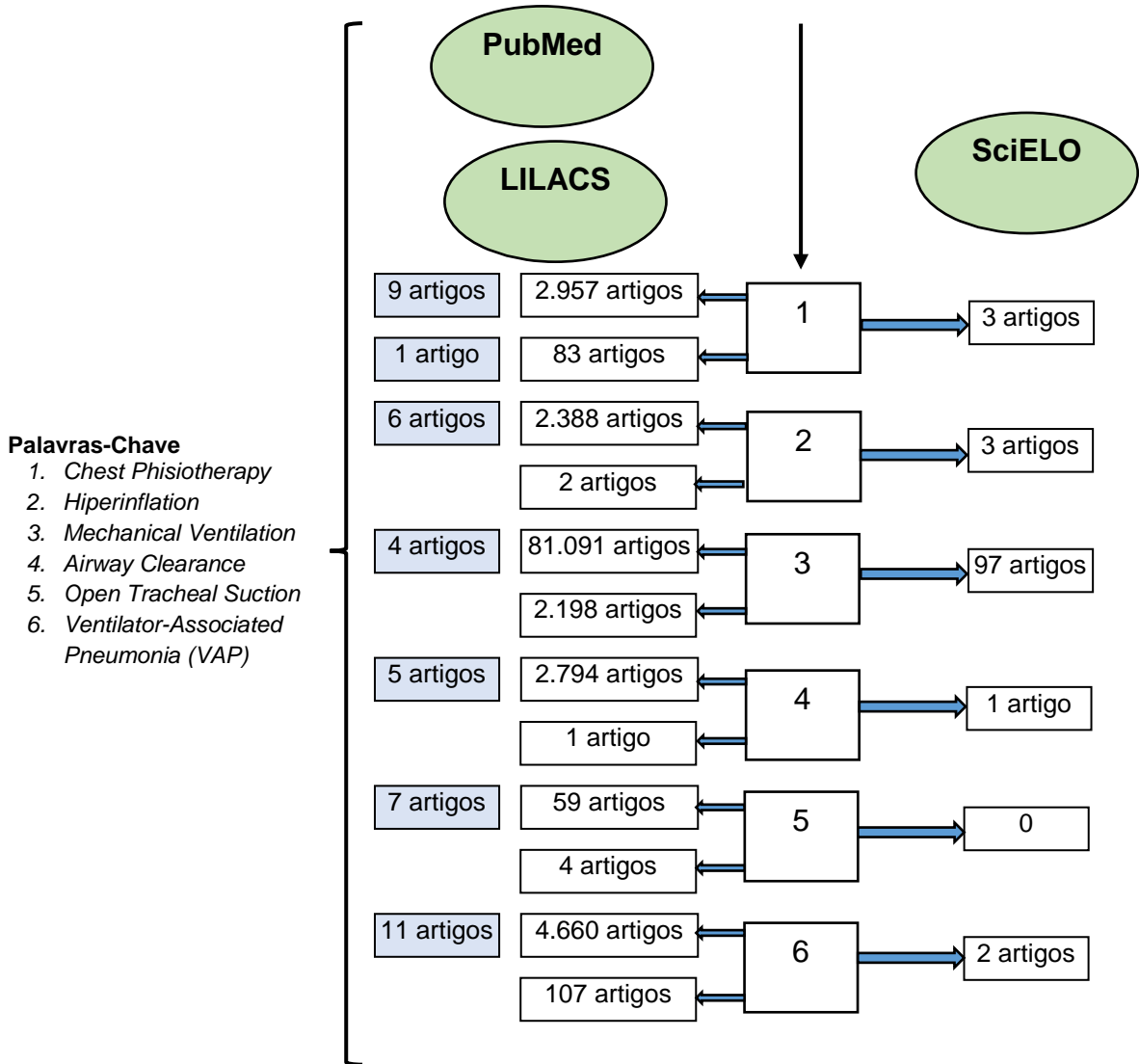
Em razão desta necessidade de técnicas para aumento do volume pulmonar, visando a melhor higiene brônquica, e da pouca comprovação científica do efeito e da segurança das técnicas vigentes, este estudo se propõe a avaliar a eficácia da HMV associada ou não à VB no auxílio e promoção da higiene brônquica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESTRATÉGIA PARA LOCALIZAR E SELECIONAR AS INFORMAÇÕES

A revisão da literatura foi focada nos aspectos relacionados à depuração do muco, à aspiração traqueal, às técnicas de higiene brônquica e à hiperinsuflação pulmonar como técnica de higiene brônquica em pacientes em VM. A estratégia de busca envolveu as seguintes bases de dados: LILACS, SciELO e PubMed no período de 1988 a 2015. Foram realizadas buscas de estudos que envolvessem seres humanos com mais de 18 anos, através dos seguintes termos: *Chest Physiotherapy*, *Hyperinflation*, *Mechanical Ventilation*, *Airway Clearance*, *Open Tracheal Suction*, *Ventilator Associated-Pneumonia* apresentadas na figura 1.

FIGURA 1. Estratégia de busca de referências bibliográficas sobre as bases que fundamentaram os objetivos deste estudo. Caixas cinza indicam os artigos que foram incluídos na revisão de acordo com os critérios de inclusão



2.2 DEPURAÇÃO DE MUCO

Passa pelas vias aéreas um grande volume de ar por dia (10.000 litros), mas, junto com ele, são transportados também gases tóxicos e micro-organismos até as pequenas vias aéreas. O sistema respiratório é dotado de um mecanismo de defesa que, em condições normais e bem estruturado, é capaz de filtrar e esterilizar o ar inspirado antes de chegar aos alvéolos.⁸

As vias aéreas inferiores possuem um epitélio pseudoestratificado cilíndrico ciliado que produz muco continuamente, o qual é composto por água, glicoproteínas macromoleculares e polímeros de mucinas constituindo a camada gel. Sua produção considerada normal é de 10-20 ml/dia. Este muco por sua vez se agrega a produtos de degradação celular e substâncias inaladas, transportando-as no sentido cefálico através do batimento dos cílios deste epitélio.^{8,9}

Este epitélio ciliado reside na camada sol das vias aéreas distais e bate em uma frequência de 8-15 Hz em direção às vias aéreas proximais, sendo este batimento ciliar o principal mecanismo responsável pelo transporte do muco das vias aéreas de menor calibre para as vias aéreas de maior calibre.⁸

Já nas vias aéreas de maior calibre, o principal mecanismo responsável pelo transporte desse muco é o fluxo aéreo, onde vias aéreas de maior diâmetro associadas a uma musculatura expiratórias com boa capacidade de gerar força irão determinar velocidades de fluxo expiratório maiores capazes de uma depuração mucociliar mais efetiva, seja por deglutição ou tosse.⁸

Durante um episódio de tosse, a pressão intrapulmonar pode chegar até 200 cmH₂O, a qual, associada com a abertura da glote, leva a uma descompressão explosiva das vias aéreas de maior diâmetro, ocasionando uma velocidade de fluxo de 6-20 l/min. Este, por sua vez, favorece um grande carreamento de muco e consequente expectoração adequada.⁸

Os pacientes internados em UTI apresentam uma depuração e produção anormal deste muco, devido à combinação de hipersecretividade com transporte de secreções pulmonares prejudicado. A hipersecretividade se dá pela ação de mediadores inflamatórios, como infecção crônica, aumento do número de glândulas mucosas, produção de células e de glândulas secretoras.¹⁰

Algumas condições a que os pacientes são submetidos, durante a internação na UTI, possuem potencial para prejudicar ainda mais esse mecanismo de depuração e produção de muco, destacando-se o estado neurológico e o nível de sedação, que induzem paralisia da inervação da glote, da musculatura intercostal e da musculatura abdominal, ocasionando uma tosse pouco efetiva por diminuição do fluxo aéreo.¹¹

Além disso, fatores peculiares a estes pacientes em VM, como presença do tubo orotraqueal, períodos de hipoxemia, desidratação, umidificação inadequada do ar ventilado e imobilidade no leito, contribuem para a depuração inadequada do muco e retenção de secreções. Esta retenção pode levar ao surgimento de atelectasias, colapsos pulmonares e pneumonias.^{7, 11}

2.3 ASPIRAÇÃO TRAQUEAL COM SISTEMA ABERTO

A aspiração traqueal com sistema aberto é, atualmente, um procedimento muito frequente nas UTIs, com uma frequência variável de 8-17 aspirações por dia. Tem como principal objetivo a retirada de secreções da via aérea artificial (tubo endotraqueal ou traqueostomia), evitando, assim, obstrução desta via aérea e consequente hipoxemia para pacientes em VM. Por outro lado, apresenta efeitos adversos, como períodos de hipoxemia, risco de arritmias cardíacas e desenvolvimento de pneumonias. Além disso, vale destacar que se trata de um procedimento invasivo e desconfortável para os pacientes.¹²

O procedimento é realizado da seguinte maneira: escolhe-se a sonda traqueal para a aspiração, em seguida a mesma é conectada ao sistema de pressão negativa com um máximo de 200 mmHg (evitar lesões de vias aéreas); após, desconecta-se

o ventilador mecânico do paciente e introduz-se a sonda na via aérea artificial (tubo endotraqueal ou traqueostomia) até encontrar resistência, e aspira-se o conteúdo de secreção presente na via aérea artificial. Durante e pós-procedimento, monitora-se o paciente para avaliar possíveis efeitos deletérios.¹³

Durante a aspiração traqueal ocorre negatização da pressão na via aérea artificial, provocando aspiração do gás pulmonar e consequente carreamento de secreções através desta via aérea artificial até a sonda de aspiração. Desta forma, auxilia o procedimento de retirada da secreção presente, evitando obstrução da via e consequente aumento do trabalho ventilatório bem como a hipoxemia.¹⁴

Outra maneira de realizar a aspiração endotraqueal é através do sistema fechado de aspiração, apresentando como principal diferença do sistema aberto a manutenção da conexão do ventilador mecânico com o paciente. Este sistema tem como principal objetivo minimizar os efeitos hemodinâmicos e pulmonares causados pela falta do suporte ventilatório mecânico aos pacientes.¹³

Os efeitos hemodinâmicos e pulmonares mais estudados são dessaturação, aumento da FR, queda da complacência pulmonar, arritmias cardíacas e hipoxemia, mostrando uma ligeira vantagem ao sistema fechado de aspiração, pois este parece minimizar os efeitos adversos.¹⁵

Por outro lado, poucos estudos comparam a eficiência dos dois sistemas de aspiração em relação à quantidade de SEC. Um dos que comparou esta eficiência foi o realizado por Lasocki e colaboradores que, a partir de um ensaio clínico randomizado cruzado comparou a aspiração pelo sistema fechado com o sistema aberto em 18 pacientes em VM. Foram observados aumento da quantidade de e colaboradores (3,2 g) após a aspiração com o sistema aberto e menor quantidade (0,6 g) após a aspiração com o sistema fechado.¹⁶

Outro estudo que se propôs avaliar o efeito do sistema de aspiração aberto na quantidade de SEC foi o realizado por Naue e colaboradores, caracterizado por um ensaio clínico cruzado realizado com 34 pacientes em VM, cujo objetivo foi comparar a quantidade de SEC após a VB + HMV, com a aspiração em sistema aberto. Foi demonstrado aumento na quantidade de SEC em gramas (2,3 g x 1,9 g) após a aplicação da HMV em relação à aspiração isolada.¹⁷

2.4 TÉCNICAS DE HIGIENE BRÔNQUICA

Para facilitar o transporte de muco, o fisioterapeuta lança mão de técnicas de remoção de secreção brônquica. Os propósitos básicos dessas técnicas consistem em deslocar, descolar e eliminar a secreção acumulada nas vias aéreas; por conseguinte, a secreção é carregada para as vias aéreas superiores formando glóbulos centrais de muco que facilitam sua eliminação através da tosse e/ou aspiração traqueal.¹⁸

Uma dessas técnicas rotineiramente usadas em pacientes internados em UTIs refere-se à VB torácica manual, que se caracteriza por uma produção de movimento compressivo e vibratório aplicado manualmente nas porções dorsal, ventral ou lateral do tórax, gerada por uma contração isométrica dos músculos do antebraço do terapeuta, atuando em sinergia com a palma das mãos perpendicularmente ao tórax. Realiza-se durante a fase expiratória, visando modificar as propriedades físicas do muco, diminuindo sua viscoelasticidade e facilitando, assim, sua depuração.^{2, 17}

Teoricamente age transferindo a força gerada pela compressão manual do tórax para as vias aéreas e os pulmões, aumentando assim a pressão intra-pleural, levando a um aumento do fluxo expiratório e, por ressonância, aumentando a amplitude dos batimentos ciliares e, conseqüentemente, auxiliando a mobilização do muco.²

É usada em larga escala em associação com a drenagem postural para o tratamento de retenção de secreções em pacientes com fibrose cística, em VM, com distúrbios neurológicos e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), mas sua eficácia tanto em associação quanto em separado não foi suficientemente estudada.¹⁹

Um exemplo deste uso foi o trabalho realizado por Kodric e colaboradores que, através de um ensaio clínico randomizado, comparou a aspiração traqueal com o uso da VB associada à drenagem postural, à expiração com a glote aberta e ao posicionamento, quanto à quantidade de secreção pulmonar expectorada e a

sensação de dispneia. Não foi encontrado aumento na quantidade de secreção expectorada, mas houve melhora da sensação de dispneia no grupo tratado com VB associada às demais técnicas supracitadas.²⁰

Em outro trabalho com VB, Ntoumenopoulos e colaboradores avaliaram uma coorte com pacientes em VM, comparando o uso de VB associada à drenagem postural com *sham* de fisioterapia (posicionamento e aspiração), constatando um menor índice de colapso pulmonar e menor incidência de pneumonia associada à VM.⁵

Considerando o efeito benéfico da técnica de VB na higiene brônquica, Chen e colaboradores, em um ensaio clínico randomizado com pacientes em VM, compararam o efeito da VB torácica com aspiração e posicionamento na quantidade de secreção pulmonar aspirada, verificando aumento de SEC no grupo submetido a VB.²¹

Por mais que a técnica seja utilizada em larga escala e possua relatos de efeitos benéficos na higiene brônquica, sua capacidade de melhorar o transporte mucociliar e consequente aumento na secreção pulmonar aspirada, não há suficiente comprovação na literatura vigente. Prova disso é o achado de dois autores que, em um ensaio clínico randomizado com 82 pacientes em VM realizado na UTI, não observaram melhora na quantidade de SEC no grupo que recebeu VB.²²

Corroborando com esse estudo, pode-se destacar ainda o ensaio clínico randomizado cruzado realizado por Unoki e colaboradores com 33 pacientes que avaliou a eficiência da técnica de VB no auxílio à higiene brônquica de pacientes em VM, não tendo sido encontrada diferença no volume de SEC após VB ou somente aspiração.²³

Além disso, esta técnica de higiene brônquica é contraindicada na presença de algumas patologias como, por exemplo, osteoporose, enfisema subcutâneo e instabilidade torácica. Possui ainda dificuldade na aplicação em situações clínicas como obesidade e deformidades torácicas.¹⁸

2.5 PNEUMONIA ASSOCIADA À VENTILAÇÃO MECÂNICA (PAV)

É definida como uma infecção do trato respiratório inferior que compromete o parênquima pulmonar. Sua incidência em pacientes submetidos à VM é em torno de 22,8% (conforme a instituição estudada). Além disso, é responsável por 86% de todos os casos de pneumonia nosocomial.²⁴

É dividida em 2 tipos: a precoce, que ocorre entre 48 e 96 horas da instituição da VM, muitas vezes associada a micro-organismos não resistentes aos antibióticos, e a tardia, que ocorre após 96 horas da instituição da VM, associada principalmente a micro-organismos resistentes aos antibióticos.²⁴

Em contrapartida ao avanço tecnológico e farmacológico dos tratamentos, a PAV continua sendo frequente e grave, sendo responsável por mais da metade da prescrição de antibióticos aos pacientes internados em UTI.²⁵

Sabe-se que essa patologia é a principal causa de infecção desenvolvida em UTIs, aumentando a morbidade e a mortalidade (20% a 70%) dos pacientes acometidos, conseqüentemente, elevando o custo da internação hospitalar, calculado em torno de 240.000 dólares por cada caso.²⁶

A permanência e o risco de óbito dos pacientes internados em UTIs também aumentam quando os mesmos desenvolvem PAV, elevando a em média de internações em 4,3 dias (95% IC, 1,5 a 7,0) e um risco de óbito em 5,8%.²⁷

A causa da PAV, na maioria das vezes, deve-se à aspiração de agentes patogênicos colonizadores da superfície mucosa das vias aéreas superiores, local onde a intubação endotraqueal carrega estes agentes para a traqueia, tornando-se um agente facilitador da infecção do parênquima pulmonar.²⁴

Outro facilitador é o acúmulo de secreção ao redor do balonete (*cuff*) do tubo endotraqueal. Além disso, a aspiração de material contaminado (suco gástrico, por exemplo) pela traqueia também contribui para entrada de agentes patogênicos no trato respiratório inferior. Este somatório de fatores leva a uma infecção bacteriana

do parênquima pulmonar podendo acarretar uma resposta inflamatória sistêmica e aumento da morbidade e da disfunção orgânica extrapulmonar.²⁴

Muitos fatores de risco estão associados ao desenvolvimento da pneumonia associada à VM, dentre eles destacam-se: DPOC, intubação endotraqueal, redução do estado de consciência, reintubação endotraqueal, VM por mais de sete dias, uso de pressão expiratória final (PEEP) e a posição em decúbito ventral, com especial destaque para a intubação endotraqueal e a VM por sua capacidade deletéria ao mecanismo de depuração mucociliar.²⁴

A suspeita clínica de PAV é baseada em sinais, sintomas e alterações laboratoriais, como o aparecimento de um infiltrado pulmonar novo ou progressivo em exame radiológico, febre (temperatura superior a 38° C), leucocitose (leucócitos acima de 10.000/mm³), leucopenia (leucócitos abaixo de 4.000/mm³) e secreções traqueais purulentas. A utilização da associação destes critérios possui uma sensibilidade inferior a 50%, enquanto a utilização de apenas um deles resulta na redução da especificidade para apenas 35%, tendo como consequência um grande número de falsos diagnósticos e tratamentos desnecessários.²⁸

Além disso, outras patologias podem ter uma apresentação de sinais radiológicos similares aos da PAV e, desta maneira, confundir seu diagnóstico. Dentre elas destacam-se: tromboembolia pulmonar, atelectasias, dano alveolar difuso, edema pulmonar, toxicidade por fármacos e hemorragias alveolares, sendo por isso muito difícil e controverso realizar o diagnóstico de PAV.²⁸

As dificuldades de realizar um diagnóstico preciso da PAV, com consequente produção de falsos diagnósticos, forte impacto no uso descabido de antibióticos, propiciando assim o desenvolvimento de micro-organismos com maior resistência. Um grupo de autores criou um escore clínico de infecção pulmonar (*Clinical Pulmonary Infection Score – CPIS*), onde os achados laboratoriais de Gram e culturais do aspirado traqueal no momento da suspeita diagnóstica são pontuados de 0 a 12, sendo o escore 12 a pontuação máxima. Pacientes que apresentam pontuação superior a 6 possuem alta probabilidade de desenvolver PAV, com especificidade e sensibilidade de 100% e 93% respectivamente.²⁸ Já em outro

estudo, o CPIS acima de 6 obteve especificidade de 80,5% e sensibilidade de 85,2%, e, quanto aos critérios clínicos supracitados, obteve acurácia semelhante.²⁹

A principal forma de evitar essa infecção é através da prevenção. A instituição de protocolos de prevenção de PAV e os cuidados dos pacientes em VM vêm demonstrando quedas no índice de PAVs e conseqüente reduções nos custos de internação dos pacientes em UTIs.³⁰

Uma prova disso foram dois estudos de coorte realizados por Salahuddin e colaboradores e Baxter e colaboradores, os quais demonstraram reduções de incidências de PAV de 50% e 56% respectivamente, após a aplicação de um programa de cuidados dos pacientes em VM e prevenção de PAV.^{31, 32}

Algumas medidas presentes nesses protocolos merecem uma atenção especial como, por exemplo, a intubação traqueal que, comparada com a intubação nasal, parece estar relacionada a uma incidência menor de PAV, provavelmente por diminuir o risco de sinusites.²⁷

O uso de umidificadores do tipo trocador calor-humidade também leva certa vantagem em relação aos umidificadores aquecidos no decréscimo da incidência de PAV. Um dispositivo que parece intervir positivamente no controle da PAV é o tubo endotraqueal com aspiração subglótica, principalmente no início da instituição da VM.²⁷

Outra medida simples e que é determinante no controle de qualquer infecção, dentre elas a PAV, é a lavagem de mãos antes e após o contato com os pacientes. A descontaminação oral dos pacientes em VM através da escovação de dentes e higiene oral e, conseqüentemente, a descolonização da orofaringe estão bem comprovadas como fator de redução da incidência de PAV.²⁴

Aspiração de conteúdo gástrico e colonização do trato respiratório são outros fatores consideráveis no desenvolvimento da PAV. Os pacientes ventilados mecanicamente são potencialmente mais susceptíveis a estes eventos por terem o sistema digestório mais exposto à ação de inúmeros medicamentos e, desta maneira, a uma alteração de seu pH, podendo desenvolver de úlceras gástricas e,

consequentemente, aumentar a produção de suco gástrico, refluxo gastroesofágico. Assim sendo, a profilaxia dessas úlceras é de suma importância.²⁴

Mudanças rotineiras de decúbito (de duas em duas horas) dos pacientes em VM exercem efeito positivo sobre a redução da ocorrência da PAV, provavelmente pelo fato de favorecerem uma melhor drenagem de secreções dos pulmões. O posicionamento dos pacientes em decúbito com cabeceira elevada 30-45° previne a aspiração de conteúdo gástrico e, consequentemente, também a PAV.²⁴

As pausas de sedação rotineiras e a instituição de protocolos de desmame da reduzem o tempo de uso da VM em 2 dias e o tempo de permanência do paciente na UTI em 3,5 dias, desta maneira diminuindo o risco de desenvolver PAV.²⁴

As técnicas de fisioterapia para higiene brônquica muito usadas nos pacientes ventilados mecanicamente possuem poucas evidências correlacionando seus efeitos com a prevenção da PAV. Um estudo realizado por Ntoumenopoulos e colaboradores, de 1997 a 1998, com 60 pacientes em VM demonstrou uma incidência significativamente menor de PAV (8%) no grupo tratado com manobras de higiene brônquica (drenagem postural, VB) comparado com o grupo que recebeu falsa fisioterapia (39%) $p = 0,02$.⁵

Corroborando esses resultados, Renu e colaboradores através de um estudo randomizado com 101 pacientes em VM, demonstraram redução na média do escore CPIS ($3,4 \pm 4,4$) no grupo que recebeu técnicas de higiene brônquica (hiperinsuflação manual, VB, posicionamento e aspiração) comparado ao grupo que recebeu hiperinsuflação manual ($1,9 \pm 2,9$) $p < 0,000$. Além disso, no primeiro grupo houve 49% de diminuição da mortalidade e no segundo a redução foi de 24%.³³

2.6 HIPERINSUFLAÇÃO PULMONAR COMO TÉCNICA DE HIGIENE BRÔNQUICA

Pode ser realizada de duas maneiras: por bolsa de reanimação cardiorrespiratória ou por alterações nos parâmetros do ventilador mecânico. A hiperinsuflação manual com bolsa de reanimação cardiorrespiratória (*bagging*) se propõe a ventilar as áreas atelectasiadas através da ventilação colateral e, desta

maneira, aumentar o fluxo aéreo das áreas colapsadas, aumentando o carreamento de muco das vias aéreas de menor calibre para as de maior calibre.³⁴

A técnica é aplicada através de uma compressão da bolsa de reanimação conectada a via aérea artificial do paciente e consiste em inspirações lentas e profundas consecutivas seguidas de uma pausa inspiratória e liberação rápida da pressão, promovendo aumento do fluxo expiratório.³⁴

Vários estudos demonstram benefícios desta técnica na reexpansão de áreas atelectasiadas, no aumento da complacência estática, na diminuição da resistência do sistema respiratório, no aumento da pressão arterial de oxigênio e na saturação arterial periférica de oxigênio.³⁴

Porém esta técnica não está livre de apresentar risco, pois as altas pressões nas vias aéreas e grandes volumes pulmonares causados pela hiperinsuflação podem provocar efeitos adversos hemodinâmicos e causar lesão pulmonar através de barotraumas e/ou volutraumas.³⁵

Provavelmente os efeitos adversos hemodinâmicos se dão pelo fato de que o aumento da FR causado pela aplicação da técnica leve ao aprisionamento de ar, causando aumento da pressão média nas vias aéreas. Este aumento está associado à elevação da pressão intratorácica, e por consequência, à diminuição do retorno venoso, acarretando redução do débito cardíaco.³⁴

Já os efeitos de barotrauma e volutrauma se justificam pelo fato de que os pulmões mais comprometidos pela doença apresentam maior suscetibilidade à lesão pulmonar durante manobras de hiperinsuflação, proporcionadas por ventilações com pressões de pico elevadas. Estas ventilações podem causar hiperdistensão alveolar e ruptura da barreira alveolocapilar ocasionando diminuição da complacência estática e da oxigenação arterial.³⁴

Além disso, a despresurização da via aérea pela perda da PEEP durante a desconexão do ventilador mecânico do paciente pode acarretar lesão pulmonar por cisalhamento devido às aberturas e fechamentos cíclicos das unidades alveolares instáveis.³⁴

Devido a tais riscos, alguns pacientes que apresentam instabilidade cardiovascular, pneumotórax não drenado, broncoespasmo severo, pico de pressões inspiratórias elevadas, PEEPs elevadas acima de 10 cmH₂O, pressões intracranianas elevadas e edema pulmonar, devem ser muito bem avaliados antes de serem submetidos a esta técnica. Já para pacientes com síndrome da angústia respiratória aguda (SARA), a hiperinsuflação é totalmente contraindicada.³⁶

Visando a diminuição e/ou eliminação destes efeitos adversos das manobras de hiperinsuflação manual com a bolsa de ressuscitação cardiorrespiratória e destacando-se a desconexão prolongada, a despressurização das vias aéreas e a falta de controle das pressões de pico, como efeitos adversos mais comuns aos pacientes em VM, alguns autores pesquisam os efeitos da hiperinsuflação utilizando os ventiladores mecânicos. Estes por sua vez são usados preferencialmente para instituir a VM em pacientes internados nas UTIs. Esta VM é um método de tratamento de pacientes com insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada, em que o ventilador mecânico, ao proporcionar uma determinada pressão positiva, insufla os pulmões através de uma via aérea artificial (tubo endotraqueal ou traqueostomia), visando a manutenção das trocas gasosas e correção da hipoxemia e aliviando o trabalho da musculatura respiratória. Divide-se em modalidades nas quais o paciente apresenta um determinado grau de controle de sua respiração, caracterizado pela capacidade do mesmo efetuar ou não o disparo do ventilador.³⁷

Uma destas modalidades ventilatórias mais usadas é a ventilação assisto-controlada (AC), que é aplicada como modo inicial de VM em cerca de 60% dos pacientes em SARA, dentre os quais destacam-se os com DPOC descompensada, e os com SARA.³⁷ Caracteriza-se como um modo de VM em que ventilador mecânico entrega o VC conforme a pressão inspiratória preestabelecida, a FR programada e eventuais disparos realizados pelo paciente. O disparo tanto pode ser efetuado conforme o ajuste da FR como por demanda inspiratória do paciente ou de ambas as maneiras.³⁸

O *trigger* ou disparo pode ser de duas formas: a pressão ou a fluxo, conforme o tipo de ventilador mecânico utilizado. O disparo a pressão se dá quando o paciente gera força da musculatura inspiratória suficiente para negatar a pressão na via aérea, abaixo da pressão programada na sensibilidade do ventilador mecânico. Na

maioria dos pacientes ventilados, a sensibilidade é ajustada seguindo valores que variam entre $-0,5 \text{ cmH}_2\text{O}$ e $-2 \text{ cmH}_2\text{O}$ conforme a adaptação do paciente.³⁷ Já o disparo a fluxo ocorre quando o paciente inicia o movimento inspiratório gerando uma mudança no fluxo de ar no circuito do ventilador conforme valores que podem variar de 1-5 l/min. Desta maneira, o ventilador reconhece o esforço ventilatório do paciente e libera o fluxo de ar conforme a pressão ou volume previamente programados, iniciando a fase inspiratória.^{27, 28}

No momento da realização, os ciclos ventilatórios derivados das frequências respiratórias programados no ventilador mecânico apresentam um disparo ajustável (pressão ou fluxo), uma limitação ajustável (pressão ou volume) e uma ciclagem ajustável (volume, fluxo ou tempo). Estes ajustes são realizados visando uma maior harmonia entre o paciente e o ventilador e também uma melhora nas trocas gasosas.³⁸

Outra maneira de usar a VM para beneficiar os pacientes é através de técnicas de hiperinsuflação pulmonar. Esta, por sua vez, tem o objetivo de auxiliar na higiene brônquica dos pacientes com vias aéreas artificiais. Exemplo disso é o ensaio clínico randomizado cruzado realizado por Berney e colaboradores, onde foi demonstrada igual eficácia entre a hiperinsuflação manual e a HMV, eficácia esta referente à complacência estática, à resistência das vias aéreas e à higiene brônquica de pacientes em VM. A HMV foi feita com aumentos progressivos do VC uma pressão de pico na via aérea de $40 \text{ cmH}_2\text{O}$. Não foram encontrados efeitos adversos hemodinâmicos.³⁸

Em outro ensaio clínico cruzado realizado por Savian e colaboradores que comparou as duas formas de hiperinsuflação utilizando diferentes níveis de PEEP (5, 7,5 e $10 \text{ cmH}_2\text{O}$) na HMV, os resultados da complacência estática e da resistência das vias aéreas após 30 minutos foram estatisticamente maiores no grupo hiperinsuflação com o ventilador. Resultado obtido provavelmente, segundo os autores, devido à perda da PEEP nas manobras de hiperinsuflação com a bolsa de reanimação cardiorrespiratória e, conseqüentemente, o desrecrutamento das unidades alveolares.⁷

Lemes e colaboradores realizaram um estudo randomizado cruzado com a HMV onde foram incluídos 20 pacientes com infecção respiratória em VM. A hiperinsuflação foi obtida através de aumentos repetidos da pressão suporte acima da PEEP até atingir um pico de fluxo limite na via aérea de 40 cmH₂O. Foi observado aumento na complacência estática dos pacientes.³⁴

Em outro estudo similar realizado por Lemes e colaboradores, foi realizada a HMV em 30 pacientes em VM com doenças respiratórias, utilizando a mesma técnica de HMV. Foram avaliados o volume de SEC (ml), a complacência estática e variáveis cardiorrespiratórias (frequência cardíaca – FC, frequência respiratória – FR, SpO₂, PAM, entre outras). No momento pós-hiperinsuflação, os pacientes apresentaram aumento na complacência estática e no volume de SEC (1,3 ml), além disso, não foram detectadas alterações nas outras variáveis estudadas.³⁹

Contrariando o estudo realizado por Lemes , em um ensaio clínico randomizado realizado por Naue e colaboradores, não foi demonstrado aumento da quantidade de SEC (em gramas) após a HMV através do aumento de 10 cmH₂O na pressão suporte basal em comparação com a técnica de VB.⁴⁰

Considerando o efeito deletério do acúmulo de secreções brônquicas para pacientes ventilados mecanicamente, o fato de as técnicas de fisioterapia que visam à higiene brônquica não estarem bem documentadas na literatura vigente, faz-se necessário desenvolver estudos que comparem os efeitos hemodinâmicos e pulmonares destas técnicas sobre a remoção de secreção brônquica, bem como sua capacidade de interferir no tempo de VM, na incidência de PAV e na reintubação traqueal.

3 JUSTIFICATIVA

Os pacientes em VM, em sua maioria, apresentam *deficit* no transporte mucociliar, provocando acúmulo de secreções brônquicas e conseqüente hipoxemia, que, em conjunto, favorecem o desenvolvimento de micro-organismos levando ao estabelecimento de infecções respiratórias, como a pneumonia.^{1, 2}

Esses pacientes, ao desenvolverem pneumonia, acabam por ter seu tempo de VM aumentado, com conseqüente aumento no tempo de sua internação UTI. Esta internação suplementar é, em média, de 10 dias. Assim, o sobrecusto da internação também aumenta, e a quantidade média de antibióticos prescritos pode chegar a 50% a mais. Ademais, o aumento da mortalidade varia de 20% a 70%, sendo uma das principais causas de óbito por infecção em UTI.⁴¹ Além disso, técnicas que visam reverter esse quadro e promover a higiene brônquica não estão bem comprovadas quanto a sua eficácia e a seus efeitos deletérios.

Por tais razões, propõe-se instituir uma técnica de auxílio na promoção da higiene brônquica mais eficaz, com menos riscos e o menos deletéria possível, proporcionando ao usuário um atendimento mais integral e contribuindo para a qualificação do atendimento nas UTIs, tanto no Hospital de Clínicas de Porto Alegre quanto nas demais instituições de saúde que no futuro utilizarem esta técnica.

4 HIPÓTESE

A aplicação da associação das técnicas de HMV + VB é mais eficaz na obtenção da quantidade de secreção pulmonar aspirada do que a aplicação das mesmas isoladamente.

5 OBJETIVOS

5.1 PRIMÁRIO

- Avaliar a eficácia das técnicas em estudo: vibrocompressão (grupo 1), hiperinsuflação com ventilador mecânico (grupo 2) e vibrocompressão + hiperinsuflação com ventilador mecânico (grupo 3) na quantidade de secreção aspirada, no tempo e na mortalidade em ventilação mecânica.

5.2 SECUNDÁRIOS

- Comparar a quantidade de secreção aspirada após aspiração isolada com aplicação das técnicas em estudo.
- Avaliar as alterações nos parâmetros ventilatórios e hemodinâmicos antes e após a aspiração isolada e técnicas utilizadas no estudo.
- Avaliar o tempo de ventilação mecânica.
- Avaliar a incidência de pneumonia associada à ventilação mecânica e reintubação traqueal.
- Avaliar a mortalidade enquanto estes pacientes estiverem em ventilação mecânica.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M, Schönhofer B, Stiller K, van de Leur H, Vincent JL. Physiotherapy for adult patients with critical illness: Recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med.* 2008 Jul;34(7):1188-99.
2. 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.
3. Amato MB, Carvalho CR, Isola A, Vieira S, Rotman V, Mook M, José A, Franca S. [Mechanical ventilation in Acute Lung Injury (ALI)/Acute Respiratory Discomfort Syndrome (ARDS)]. *J Bras Pneumol.* 2007;33 Suppl 2S:S119-27.
4. Bhowmik A, Chahal K, Austin G, Chakravorty I. Improving mucociliary clearance in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med.* 2009 Apr;103(4):496-502.
5. Ntoumenopoulos G, Presneill JJ, McElholum M, Cade JF. Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med.* 2002 Jul;28(7):850-6.
6. Robson WP. To bag or not to bag? Manual hyperinflation in intensive care. *Intensive Crit. Care Nurs. Off. J. Br. Assoc Crit Care Nurses.* 1998;14: 239–43.
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 Sep-Oct;35(5):334-41.
8. Van der Schans CP. Bronchial mucus transport. *Respir Care.* 2007 Sep;52(9):1150-6; discussion 1156-8.
9. Sleight MA, Blake JR, Liron N. The propulsion of mucus by cilia. *Am Rev Respir Dis.* 1988 Mar;137(3):726-41.
10. Nakagawa NK, Franchini ML, Driusso P, de Oliveira LR, Saldiva PH, Lorenzi-Filho G. Mucociliary clearance is impaired in acutely ill patients. *Chest.* 2005 Oct;128(4):2772-7.
11. Ciesla ND. Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Phys Ther.* 1996; 76: 609–25.
12. Pagotto IM, Oliveira LRC, Araújo FCLC, Carvalho NAA de, Chiavone P. Comparison between open and closed suction systems: a systematic review. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2008 Dec;20(4):331-8.

13. American Association for Respiratory Care. AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010. *Respir Care*. 2010; 55: 758–64.
14. Liu XW, Jin Y, Ma T, Qu B, Liu Z. Differential Effects of Endotracheal Suctioning on Gas Exchanges in Patients with Acute Respiratory Failure under Pressure-Controlled and Volume-Controlled Ventilation. *Biomed Res Int*. 2015;2015:941081.
15. Afshari A, Safari M, Oshvandi K, Soltanian AR. The effect of the open and closed system suction on cardiopulmonary parameters: time and costs in patients under mechanical ventilation. *Nurs Midwifery Stud*. 2014 Jun;3(2):e14097.
16. Lasocki S, Lu Q, Sartorius A, Fouillat D, Remerand F, Rouby JJ. Open and closed-circuit endotracheal suctioning in acute lung injury: efficiency and effects on gas exchange. *Anesthesiology*. 2006 Jan;104(1):39-47.
17. Naue WS, Forgiarini Junior LA, Dias AS, Vieira SRR. 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 Jan-Feb;40(1):55-60.
18. van der Schans CP. Conventional chest physical therapy for obstructive lung disease. *Respir Care*. 2007 Sep;52(9):1198-206; discussion 1206-9.
19. Hess DR. Airway clearance: physiology, pharmacology, techniques, and practice. *Respir Care*. 2007 Oct;52(10):1392-6.
20. Kodric M, Garuti G, Colomban M, Russi B, Porta RD, Lusuardi M, Confalonieri M. The effectiveness of a bronchial drainage technique (ELTGOL) in COPD exacerbations. *Respirology*. 2009 Apr;14(3):424-8.
21. Chen YC, Wu LF, Mu PF, Lin LH, Chou SS, Shie HG. Using chest vibration nursing intervention to improve expectoration of airway secretions and prevent lung collapse in ventilated ICU patients: a randomized controlled trial. *J Chin Med Assoc*. 2009 Jun;72(6):316-22.
22. Templeton M, Palazzo MGA. Chest physiotherapy prolongs duration of ventilation in the critically ill ventilated for more than 48 hours. *Intensive Care Med*. 2007 Nov;33(11):1938-45. Epub 2007 Jul 3.
23. Unoki T, Kawasaki Y, Mizutani T, Fujino Y, Yanagisawa Y, Ishimatsu S, Tamura F, Toyooka H. Effects of expiratory rib-cage compression on oxygenation, ventilation, and airway-secretion removal in patients receiving mechanical ventilation. *Respir Care*. 2005 Nov;50(11):1430-7.
24. Augustyn B. Ventilator-associated pneumonia: risk factors and prevention. *Crit Care Nurse*. 2007;27:32–6, 38–9; quiz 40.

25. Ramirez P, Garcia MA, Ferrer M, Aznar J, Valencia M, Sahuquillo JM, Menéndez R, Asenjo MA, Torres A. Sequential measurements of procalcitonin levels in diagnosing ventilator-associated pneumonia. *Eur Respir J*. 2008 Feb;31(2):356-62.
26. Craven DE. Preventing ventilator-associated pneumonia in adults: sowing seeds of change. *Chest*. 2006 Jul; 130(1):251–60.
27. Dodek P, Keenan S, Cook D, Heyland D, Jacka M, Hand L, Muscedere J, Foster D, Mehta N, Hall R, Brun-Buisson C; Canadian Critical Care Trials Group; Canadian Critical Care Society. Evidence-based clinical practice guideline for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Ann Intern Med*. 2004 Aug 17;141(4):305-13.
28. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. [Brazilian guidelines for treatment of hospital acquired pneumonia and ventilator associated pneumonia-2007]. *J Bras Pneumol*. 2007 Apr;33 Suppl 1:S1-30.
29. Zagli G, Cozzolino M, Terreni A, Biagioli T, Caldini AL, Peris A. Diagnosis of ventilator-associated pneumonia: a pilot, exploratory analysis of a new score based on procalcitonin and chest echography. *Chest*. 2014 Dec;146(6):1578-85.
30. Masterton RG, Galloway A, French G, Street M, Armstrong J, Brown E, Cleverley J, Dilworth P, Fry C, Gascoigne AD, Knox A, Nathwani D, Spencer R, Wilcox M. Guidelines for the management of hospital-acquired pneumonia in the UK: report of the working party on hospital-acquired pneumonia of the British Society for Antimicrobial Chemotherapy. *J Antimicrob Chemother*. 2008 Jul;62(1):5-34.
31. Salahuddin N, Zafar A, Sukhyani L, Rahim S, Noor MF, Hussain K, Siddiqui S, Islam M, Husain SJ. Reducing ventilator-associated pneumonia rates through a staff education programme. *J Hosp Infect*. 2004 Jul;57(3):223-7.
32. Baxter AD, Allan J, Bedard J, Malone-Tucker S, Slivar S, Langill M, Perreault M, Jansen O. Adherence to simple and effective measures reduces the incidence of ventilator-associated pneumonia. *Can J Anaesth*. 2005 May;52(5):535-41.
33. Pattanshetty RB, Gaude GS. Effect of multimodality chest physiotherapy in prevention of ventilator-associated pneumonia: A randomized clinical trial. *Indian J Crit Care Med*. 2010 Apr;14(2):70-6.
34. Lemes DA, Guimarães FS. [The use of hyperinflation as a physical therapy resource in intensive care unit]. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007 Jun;19(2):221-5.
35. Branson RD. Secretion management in the mechanically ventilated patient. *Respir Care*. 2007 Oct;52(10):1328-42; discussion 1342-7.
36. Denehy L. The use of manual hyperinflation in airway clearance. *Eur Respir J*. 1999 Oct;14(4):958-65.
37. Hess DR. Patient positioning and ventilator-associated pneumonia. *Respir Care*.

- 2005 Jul;50(7):892-8; discussion 898-9.
38. Denehy L, Berney S. The use of positive pressure devices by physiotherapists. *Eur Respir J*. 2001 Apr;17(4):821-9.
 39. Lemes DA, Zin WA, Guimaraes 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.
 40. Naue WS, da Silva AC, Güntzel AM, Condessa RL, de Oliveira RP, Rios Vieira SR. Increasing pressure support does not enhance secretion clearance if applied during manual chest wall vibration in intubated patients: a randomised trial. *J Physiother*. 2011;57(1):21-6.

7 ARTIGO

**COMPARISON OF THREE TECHNICAL AIRWAY CLEARANCE IN MECHANICAL
VENTILATED PATIENTS: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL**

**COMPARISON OF THREE TECHNICAL AIRWAY CLEARANCE IN MECHANICAL
VENTILATED PATIENTS: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL**

Wagner da Silva Naue¹, Bruno Barcelos Herve², Fernando Nataniel Vieira²,
Graciele Nadalon Deponti², Luciane de Fraga Martins², Alexandre Simões Dias³
Silvia Regina Rios Vieira⁴

Authors institutions/affiliations:

- ¹ Post-Graduate Program in Medical Sciences, School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil (UFRGS).
- ² Physiotherapist Department of Critical Care Medicine of Porto Alegre Clinical Hospital, Porto Alegre, Brazil.
- ³ Professor at the University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Physiotherapy Department, Porto Alegre, Brazil.
- ⁴ Professor at the University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Critical Care Medicine Department, Porto Alegre, Brazil.

Corresponding Author:

Name: Wagner da Silva Naue

Department: Critical Care Medicine

Institution: Clinical Hospital of Porto Alegre

Mailing address: CEP: 91910001

Bairro: Tristeza - Porto Alegre - RS.

Phone: (55) 51- 9976 7688

Email: wnaue@hotmail.com

ABSTRACT

Background: Many patients admitted to the Intensive Care Unit (ICU) require the institution of invasive Mechanical Ventilation (MV). However, this can bring harmful effects such as changes in mucociliary transport and cough capacity, leading to bronchial obstruction and Ventilator Associated-Pneumonia (VAP).

Objective: To compare the efficacy of the techniques: Vibrocompression (G1), Hyperinflation with Mechanical Ventilation (G2) Vibrocompression + Hyperinflation with Mechanical Ventilation (G3) in the amount of Aspirated Secretions (AS), MV time, the incidence of VAP, Re-intubation tracheal (Re-IoT) and mortality of patients on MV.

Method: Randomized clinical trial, conducted at the Intensive Care Unit, of the Hospital de Clinicas de Porto Alegre (HCPA). 93 patients were included in the study (29 G1, 32 G2 and 32 G3) in mechanical ventilation for more than 24 hours. The following techniques were applied: Isolated Aspiration (ASP), Vibrocompression (VB), Hyperinflation with Mechanical Ventilation (HMV) Vibrocompression + Hyperinflation with Mechanical Ventilation (HMV + VB). The following variables were measured: Heart Rate (HR), Respiratory Rate (RR), Mean Arterial Pressure (MAP), Peripheral Arterial Oxygen Saturation (SpO₂); Peak Inspiratory Pressure (PIP), Tidal Volume (TV); Dynamic Compliance (C_{dyn}); weight of the AS; VM time; Re-IoT; VAP incidence and mortality in the VM.

Conclusion: The HMV + VB (G3) was the only group that showed significant increase in the AS (0.7 g (0.1-2.5) vs. 0.2 g (0.0-0.6) – $p = 0.006$) when compared to ASP. Compared with the other groups G2 showed a significant increase in the incidence of VAP (22% - $p = 0.003$) and Re-IoT (21.9% - $p = 0.048$). Thus demonstrating in the sample, which HMV + VB is more effective as the amount of secretion aspirated and has a protective effect, along with the VB, the incidence of VAP and Re-IoT.

Key words: Airway Clearance; Chest Physiotherapy; Open Tracheal Suction; Ventilator associated-pneumonia; Ventilator Hyperinflation.

INTRODUCTION

Patients in intensive care often show increased airway secretion and impaired airway clearance due to a combination of hypersecretion and alterations in mucociliary transport. Hypersecretion is caused by inflammatory mediators, as well as increases in the number and activity of mucous glands (1-4). Alterations in mucociliary clearance, in turn, may be caused by the presence of an orotracheal tube, hypoxemia, dehydration, poor humidification of the ventilated air, and immobility, all of which are common in patients receiving mechanical ventilation (MV) (5, 6).

Assist-controlled ventilation is one of the most widely used ventilation modes in patients with acute respiratory insufficiency, and has been the main method of ventilation in ICU patients for the past 10 years. The aim of MV is to reduce respiratory work and maintain gas exchange (7, 8). Unfortunately, in addition to its desired effects, MV may also have a deleterious impact on mucociliary transport and coughing ability (1, 2), leading to the accumulation of airway secretions and bronchial obstruction (3, 9). This, in turn, may result in hypoventilation, atelectasis and hypoxemia. These factors promote the proliferation of microorganisms and, consequently, an increase in the incidence of ventilator-associated pneumonia (VAP) (10, 11).

So as to prevent or diminish these deleterious effects, physiotherapists in ICUs around the world often rely on bronchial hygiene techniques. These methods include tracheal suction, vibrocompression and ventilator hyperinflation, used alone or combined, depending on the condition and clinical status of each patient (12, 13). Tracheal suctioning involves the aspiration of airway secretions using a catheter

inserted into the patient's airway. Vibrocompression (VB) consists of the combined application of chest wall compression and eccentric isometric contractions during expiration. Lastly, in ventilator hyperinflation (VHI), inspiratory pressure and volume are increased using the machine itself. All of these techniques aim to promote airway clearance by expectoration or aspiration (13, 14).

According to the current literature (6, 15-16), the effects of these techniques in patients receiving MV is still uncertain. Although these methods may increase the amount of secretion cleared by simulated coughing, and the resulting increase in inspiratory and expiratory flow, this hypothesis has not yet been confirmed (13). Additionally, variations in study design and in the administration of each technique prevent a reliable assessment of the effect of these techniques on secretion removal (17).

Therefore, the aim of this study was to assess the effects of three techniques on secretion removal, pulmonary hemodynamics, duration of MV, mortality, and the incidence of VAP and tracheal reintubation in patients receiving MV. The techniques analyzed were vibrocompression, hyperinflation, and a combination of the two methods.

MATERIALS AND METHODS

This was a randomized, controlled, blinded trial (NCT 02604082) performed in the quaternary ICU of a university hospital (Clinical Hospital of Porto Alegre, in the city of Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil). The procedures involved in this trial are described in the study protocol. The trial was performed according to CONSORT guidelines (18). All participants and data collection assistants, save for a group of

adequately trained physiotherapists (with 5 to 12 years of experience in intensive care), were blinded to experimental condition and results (Figure 1).

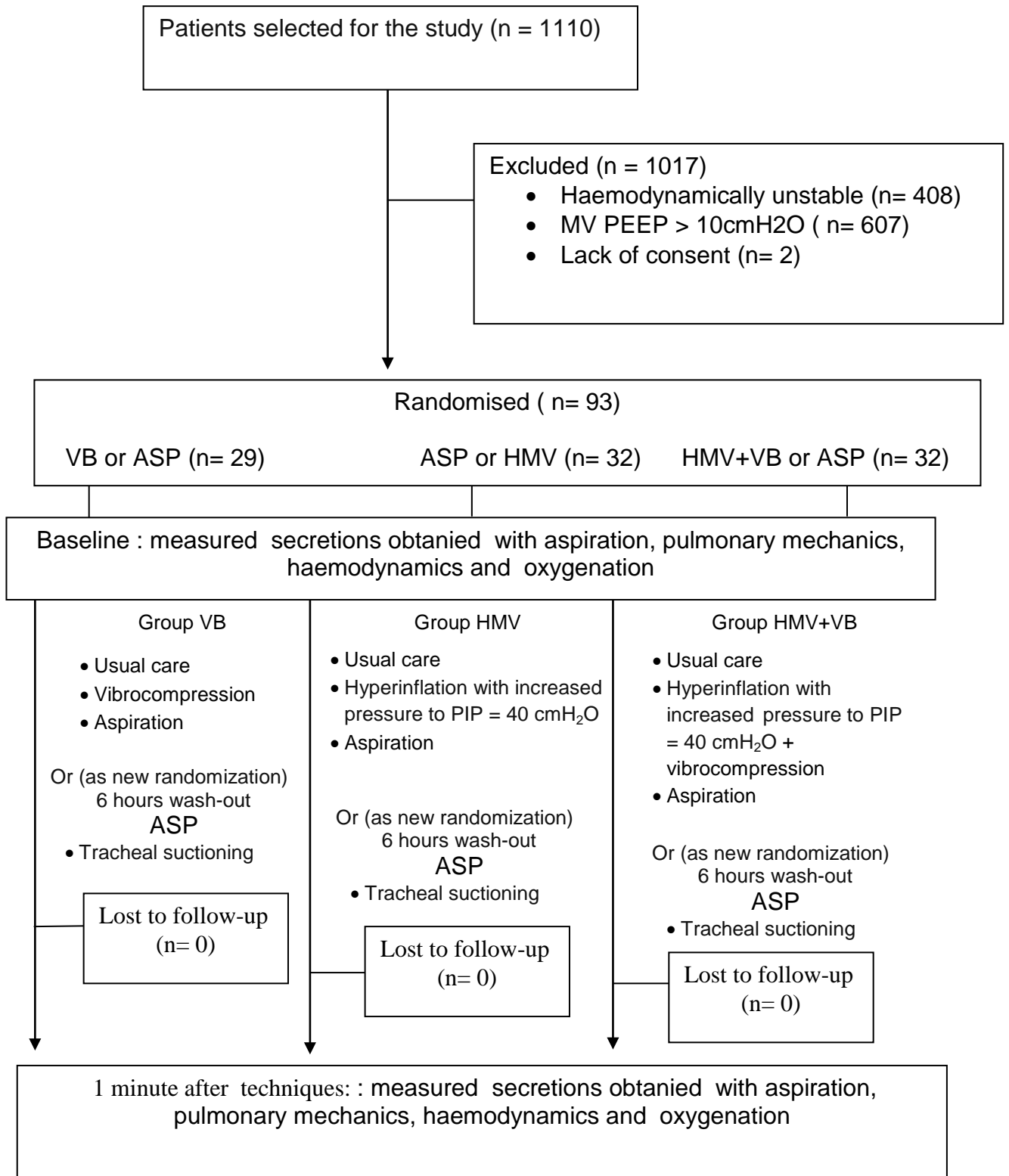


Fig. 1 - Design and flow of participants through the trial.

Population

The sample consisted of patients aged 18 years or older who received MV for 24-72 h and met the following inclusion criteria: positive end-expiratory pressure (PEEP) ≤ 10 cmH₂O and hemodynamic stability (mean arterial pressure ≥ 60 mmHg with norepinephrine infusions of < 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ /minute). The following exclusion criteria were also applied: contraindication to increased positive pressure (undrained pneumothorax and hemothorax, subcutaneous emphysema), diagnosed osteoporosis, acute respiratory distress syndrome (ARDS), rib fractures, obesity (BMI > 35) and MV with a peak pressure of ≥ 40 CmH₂O or more. Informed consent was obtained according to ethical guidelines (attachment A). This study was approved by the research and bioethics committee of the Clinical Hospital of Porto Alegre (HCPA) – Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS).

The following data were collected for each study participant using the instrument included in attachment B: age, gender, clinical diagnosis on admission, illness severity score (Acute Physiological and Chronic Health Evaluation – APACHE II), duration of MV, mortality, incidence of VAP and tracheal reintubation. Patients were randomized into groups (G1, G2, G3) and initial treatment modalities (suction only or experimental technique) using the following software <http://www.randomization.com>:

// www.randomization.com.

Study design

After randomization, patients were allocated to one of three groups: group 1 (G1), who received vibrocompression only (VB), group 2 (G2), treated with ventilator hyperinflation (VHI) and group 3 (G3), who was treated with both techniques (VB + VHI). Treatment at baseline was also randomly selected between standard airway

suctioning (AS) or the experimental technique to which each patient was assigned (VB, VHI or VB + VHI). The ventilator was set to a pressure-cycled assist-controlled mode (A/C) with a respiratory rate of 12 breaths per minute, and an inspiration:expiration ratio of 1:2 throughout the administration of all techniques. VHI was performed in pressure-cycled assist-controlled mode, and positive inspiratory pressure was set to increase to 40 cmH₂O. All techniques were administered twice a day, for 10 minutes, for the entire duration of MV.

After random assignment to group and baseline technique (AS or VB or VHI or VHI + VB), all patients were placed in dorsal decubitus with the head tilted up by 30 degrees. Patients were suctioned once with a no. 12 catheter (MarkMed[®]) at a vacuum of -40 cmH₂O (AS-Baseline) so as to compare the amount of airway secretion between groups. Hemodynamic and pulmonary parameters were collected after two hours. Patients were then administered an experimental technique, or AS. The latter involved open-system suctioning, performed three times for 12 seconds at 30-second intervals, with the same size catheter and pressure. The material was stored in a collection tube (Intermedical[®]). Hemodynamic and pulmonary parameters were reevaluated one minute after suction.

Six hours later (*Wash-out*), all patients were placed in the same position, and submitted to open system suction, as previously described. Two hours later, hemodynamic and pulmonary parameters were collected before the administration of experimental techniques (VB in G1, VHI in G2, VB + VHI in G3) or AS. Once again, open-system suctioning was performed. The procedure was repeated three times for 12 seconds each, at 30-second intervals, with the same size catheter and pressure. Collection and storage were performed in the same way throughout the study.

Hemodynamic and pulmonary parameters were evaluated one minute after the administration of the study techniques.

The material suctioned into collection vials after each procedure or technique (AS, VB, VHI e VB + VHI) was then weighed in the microbiology laboratory of the HCPA. The *CONSORT* flow chart is shown in figure 1.

Primary outcome

The amount of material suctioned was measured in grams of wet weight (as described in the study protocol). Measurements were performed by a blinded researcher using a Cubis[®] brand MSA 524P-000-DA precision scale.

Secondary outcome

The following hemodynamic and pulmonary parameters were collected: heart rate (HR), respiratory rate (RR), mean arterial pressure (MAP) and peripheral arterial oxygen saturation (SpO₂) were measured using a Phillips[®] multiparametric monitor; peak inspiratory pressure (PIP), positive end-expiratory pressure (PEEP), AUTO-PEEP and tidal volume (TV) were measured using a mechanical ventilator (Servo-s or Servo-i Maquet[®]); dynamic compliance (DC) was calculated using the following formula: $TV/PIP-PEEP$. The difference between parameters at different time points was then compared between groups (Δ = final value minus initial value). The following variables were also collected: duration of MV, death during MV, incidence of VAP (diagnosed according to the American Thoracic Society and Infectious Diseases Society of America guidelines) (19) and tracheal reintubation after 24 hours.

Sample size

Sample size was calculated based on previously published values for the mean and standard deviation of aspirated volumes (14, 20), as well as clinically significant minimum differences. To detect a between- or within-groups difference of 0.75 ± 1.0 g with a p-value < 0.05 and statistical power of 80%, 29 patients per group would be required, for a total sample size of 87.

Statistical analysis

Data were analyzed by intention to treat using the Statistical Package for the Social Sciences, version 20.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, EUA). Quantitative variables with a normal distribution were presented as mean and standard deviation, while those with non-parametric distributions were described with medians and interquartile ranges. Categorical variables were summarized as absolute frequencies and percentages. The normal distribution of the data set was confirmed using the Shapiro-Wilk test. Parametric quantitative variables were compared between groups using One-way ANOVA. The median values of non-parametric variables were compared using Kruskal-Wallis tests. Categorical variables were analyzed using Chi-square tests. Within-group comparisons of non-parametric variables were performed using Wilcoxon tests. Multiple comparisons were performed using Tukey's post-hoc tests, with a significance level of $p < 0.05$.

RESULTS

The sample consisted of 93 participants (n = 29 in G1, n = 32 in G2 and n = 32 in G3), recruited between February 2012 and November 2014. Most patients in G2 and G3 were female. Additional sample characteristics are described in Table 1.

Table 1 - Clinical and demographic characteristics of the 93 patients studied

	G1 (VB)	G2 (H MV)	G3 (H MV +VB)	p value
Age, years ^b	63.45 ± 13.69	62.50 ± 13.05	66.20 ± 11.08	0.503
Gender female (%) ^c	48.3	62.5	56.3	0.254
APACHE II ^b	24.08 ± 7.04	24.93 ± 8.59	23.90 ± 6.63	0.861
Pathologies (%) ^c				0.943
• COPD	10.3	9.4	10.8	
• Bronchopneumonia	37.9	34.4	37.5	
• SEPSIS	41.4	34.4	40.6	
Others	10.4	21.8	11.1	

G1: Group 1; VB: vibrocompression; G2: Group2; H MV: Hyperinflation to the ventilator; G3: Group 3; H MV + VB: Hyperinflation as ventilator associated with vibrocompression; APACHE II: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II; VM: Mechanical Ventilator; Other: Neoplasia, AIDS, Congestive Heart Failure; b: Values in mean and standard deviation, ANOVA ONEWAY; Percentage; c: Chi-Square test.

Within-group comparisons (AS vs experimental techniques) revealed a significant increase in the following parameters after the administration of the techniques: HR in all three groups, RR and MAP in G1, MAP in G2, and TV in G3. However, these changes were not clinically significant (Table 2). As shown in figure 1, the amount of secretion removed from patients who received VB + VHI (0.7 g (0.1-2.5)) was greater than that observed in those who received AS (0.2 g (0-0.6)) p = 0.006.

Table 2 - Comparison of changes in hemodynamic and pulmonary parameters within the group of 93 patients studied

Parameters	G1			G2			G3		
	ASP	VB	p value	ASP	HMV	p value	ASP	HMV+VB	p value
HR, bpm ^d	93 (70-110)	101 (75-108)	0.006 [#]	92 (88-99)	94 (88-99)	0.022 [#]	85 (73-98)	83 (70-102)	0.553
RR, bpm ^d	18 (15-22)	19 (16-22)	0.032 [#]	17 (15-22)	18 (15-22)	0.845	17 (15-19)	16 (15-18)	0.970
MAP, mmHg ^d	93 (75-101)	82 (72-99)	0.001 [#]	82 (76-99)	84 (73-98)	0.045 [#]	77 (68-93)	78 (66-95)	0.164
PPI, cmH ₂ O ^d	22 (17-24)	20 (17-24)	0.593	22 (18-24)	22 (16-24)	0.606	19 (15-27)	21 (17-25)	0.077
Cdyn, cmH ₂ O ^d	34 (29-44)	35 (32-51)	0.289	36 (31-54)	37 (32-47)	0.666	36 (27-46)	37 (31-47)	0.417
SpO ₂ , % ^d	99 (97-100)	100 (95-100)	0.146	98 (94-100)	97 (93-100)	0.178	99 (97-100)	100 (97-100)	0.190
TV, mL ^d	512(467-613)	522(462-597)	0.214	555(483-664)	573(472-638)	0.746	490(450-580)	533(498-774)	0.002 [#]

HR: Heart Rate; bpm: beat per minute; RR: Respiratory Rate; bpm: breaths per minute; MAP: Mean Arterial Pressure; mmHg: millimeters of mercury; PPI: Peak Inspiratory Pressure; cmH₂O: centimeters of water; Cdyn: Dynamic Compliance; TV: Tidal Volume; mL: milliliter; SpO₂: Peripheral Oxygen Saturation; %: Percentage; d: median with interquartile range (25-75%); #: p < 0.05 Wilcoxon.

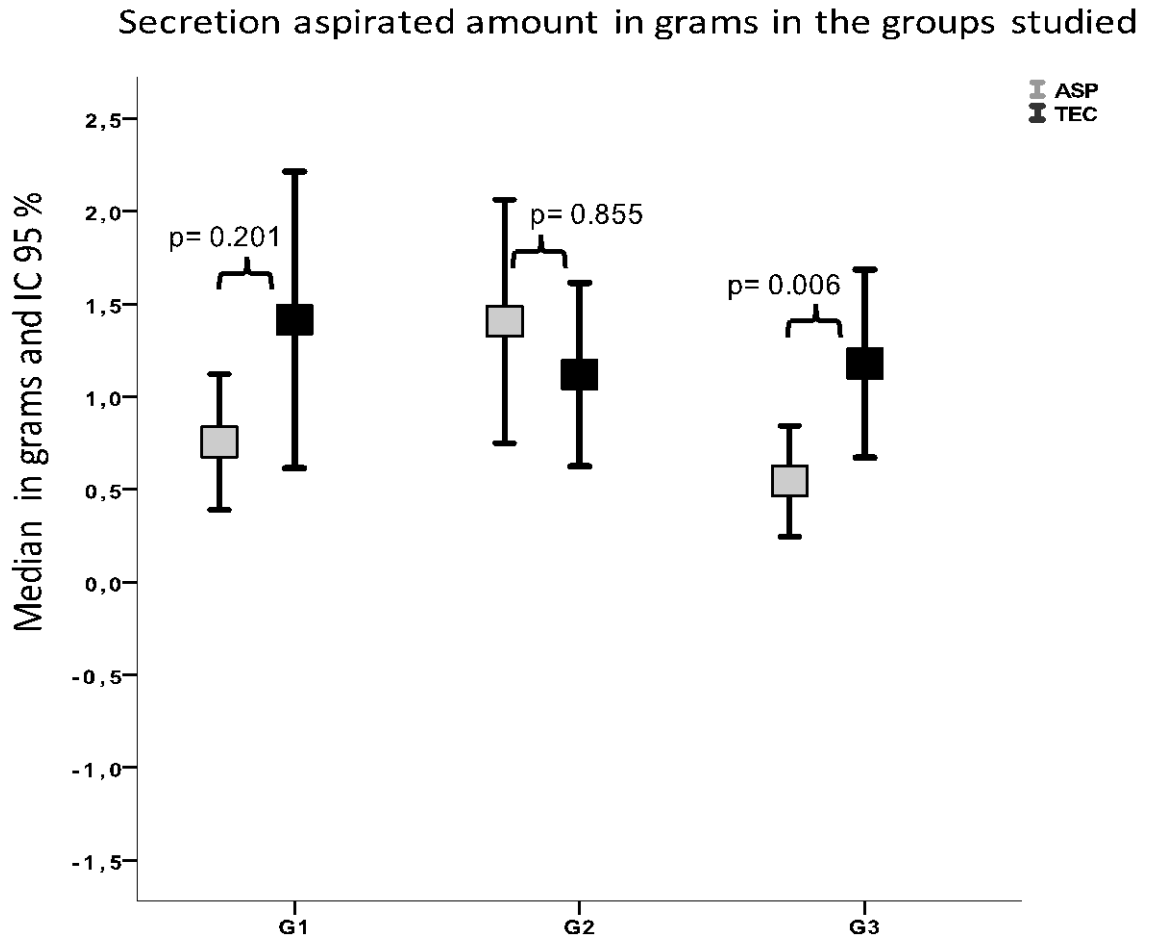
The duration of MV and mortality during ventilation did not differ between groups. Tracheal reintubation and the incidence of VAP were higher in G2 than in all remaining groups, as 21.9% ($p = 0.048$) of patients exposed to this technique underwent reintubation and 22% ($p = 0.003$) were diagnosed with VAP (Table 3 e Figure 2).

Table 3 - Comparison of the rate of MV, death, VAP and reintubation incidence, in 93 patients studied

	G1 (VB)	G2 (H MV)	G3 (H MV + VB)	p value
Time MV, days ^a	6 (2-38)	4.5 (2-30)	5 (1-16)	0.151
Death (%) ^c	20.7	15.6	18.8	0.507
Reintubation in 24h (%) ^c	3.4	21.9	6.3	0.048
Incidence of VAP (%) ^c	3.5	22	0	0.003

G1: Group 1; VB: Vibrocompression; G2: Group2, H MV: Hyperinflation to the ventilator; G3: Group 3; H MV + VB: Hyperinflation as ventilator associated with vibrocompression; MV: Mechanical Ventilator; a: median (minimum and maximum) Kruskal Wallis test; 24h:Twenty four hours; (%): Percentage; c: Chi-Square test.

Fig. 2 - Graph of the amount of secretion sucked in grams in times AS, technical (VB, HMV HMV + VB), p obtained by Chi-Square test.



G1: Vibrocompression (VB); G2: Hyperinflation to the ventilator (HMV); G3: Hyperinflation as ventilator associated with vibrocompression (HMV+VB); ASP: tracheal aspiration; TEC: VB or HMV or HMV+VB.

DISCUSSION

In this study, the combined use of vibrocompression and ventilator hyperinflation (VB + VHI), but not their individual administration, increased secretion removal by suctioning. The techniques had no clinically relevant effects on patient's hemodynamic and pulmonary parameters. We also identified a protective effect of VB

+ VHI and vibrocompression on the incidence of VAP and tracheal reintubation after 24h.

Previous studies have already demonstrated that pulmonary hyperinflation may improve oxygenation and pulmonary compliance, reinflate collapsed lungs and reverse atelectasis (5, 6, 9, 21, 22). This is caused by the increase in tidal volume observed during hyperinflation, which expands both ventilated and collapsed alveoli (pulmonary interdependence). This facilitates the transport of secretions from distal to central airways (9, 12).

The present study identified an increase in secretion removal by suctioning following VB + VHI. These findings were similar to those reported by Lemes *et al.* in a randomized crossover trial in patients receiving MV, which also found an improvement in secretion clearance by suctioning following VHI (20). These findings corroborate those of a randomized crossover trial performed by our research group, in which the use of VHI associated with VB led to an increase in the amount of pulmonary secretion cleared by suction in patients receiving MV (9). However, in both investigations, the VHI technique required patients to have intact ventilatory drive, and could therefore not be administered to sedated patients, unlike the techniques used in the present study.

The effects of vibrocompression alone were assessed by Unoki *et al.* in a randomized crossover trial of patients receiving MV (15). However, the technique did not improve secretion clearance by suction, corroborating the present findings. As such, VHI appears to be a promising tool to facilitate secretion clearance.

The increase in secretion clearance may be associated with a decrease in the incidence of tracheal reintubation. In a randomized study performed by Gonçalves *et al.* on a sample of patients receiving MV, the incidence of tracheal reintubation following bronchial hygiene therapy was 17% (pulmonary insufflation-exsufflation plus treatment as usual) as compared as 48% in a control group (treatment as usual), $p < 0.05$. Additionally, 22.5% of patients in the control group presented with retained pulmonary secretions as opposed to only 5.7% of participants in the intervention group (23). On a similar vein, Miu *et al.*, who studied a cohort of 2007 patients receiving MV, demonstrated an increase in suctioning frequency over 24h (8.4 ± 4.0 vs 6.6 ± 4.1) and in secretion quantity scores (graded as copious (3 points), moderate (2 points), or mild (1 point)) in patients who were reintubated (12.2 ± 8.0 vs 9.0 ± 7.0) compared to those who were not, $p < 0.01$ (24).

As to the protective effect of VHI + VB and VB on the incidence of VAP, Ntoumenopoulos *et al.*, who also performed a randomized trial involving patients receiving MV, demonstrated a lower incidence of VAP (8%) in patients treated with vibrocompression and gravity-assisted drainage as compared to those who received sham physiotherapy (39%), $p = 0.02$ (11). In another randomized trial, performed by Pattanshetty *et al.*, mechanically-ventilated patients treated with chest wall vibrations and hyperinflation obtained lower *Clinical Pulmonary Infection Scores* (3.4 ± 4.4) than the control group (1.9 ± 2.9), who received hyperinflation only, $p = 0.000$. These findings are similar to those of the present investigation, suggesting that chest wall vibrations, especially when associated with hyperinflation, may have a protective effect against VAP (25).

Limitations

This study had some limitations, such as the high variability in the amount of secretion suctioned at baseline. To address this limitation and identify additional group differences, studies involving larger samples may be required. Another limitation was the lack of control over variables which could have influenced the outcomes studied, such as antibiotic treatment, number of surgical interventions, and patient diagnosis.

CONCLUSION

The use of VB+VHI is more effective than that of AS alone in promoting secretion clearance. This may lead to a protective effect against the incidence of reintubation and VAP. Additional studies are required to obtain further detail on the physiological mechanisms underlying the association between these outcomes and bronchial hygiene techniques, so as to further clarify their effect on patients receiving mechanical ventilation.

Acknowledgments: This project was funded by HCPA-FIPE: Encourage Fund Teaching and Research.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no competing interests.

References

1. Gosselink R, Bott J, Johnson M, Dean E, Nava S, Norrenberg M, Schönhofer B, Stiller K, van de Leur H, Vincent JL. Physiotherapy for adult patients with critical illness: Recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med.* 2008 Jul;34(7):1188-99.
2. 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.
3. Amato MB, Carvalho CR, Isola A, Vieira S, Rotman V, Moock M, José A, Franca S. [Mechanical ventilation in Acute Lung Injury (ALI)/Acute Respiratory Discomfort Syndrome (ARDS)]. *J Bras Pneumol.* 2007;33 Suppl 2S:S119-27.
4. Nakagawa NK, Franchini ML, Driusso P, de Oliveira LR, Saldiva PH, Lorenzi-Filho G. Mucociliary clearance is impaired in acutely ill patients. *Chest.* 2005 Oct;128(4):2772-7.
5. Ciesla ND. Chest physical therapy for patients in the intensive care unit. *Phys. Ther.* 1996; 76: 609–25.
6. 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 Sep-Oct;35(5):334-41.
7. Rittayamai N, Katsios CM, Beloncle F, Friedrich JO, Mancebo J, Brochard L. Pressure-Controlled vs volume-controlled ventilation in acute respiratory failure: a physiology-based narrative and systematic review. *Chest.* 2015;148:340–55. doi: 10.1378/chest.14-3169.
8. Moreira FC, Teixeira C, Savi A, Xavier R. Changes in respiratory mechanics during respiratory physiotherapy in mechanically ventilated patients. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2015;27:155–60. doi: 10.5935/0103-507X.20150027.
9. Naue WS, Forgiarini Junior LA, Dias AS, Vieira SRR. 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 Publicação of Soc Bras Pneumol e Tisiologia.* 2014;40:55–60. doi: 10.1590/S1806-37132014000100008.
10. Bhowmik A, Chahal K, Austin G, Chakravorty I. Improving mucociliary clearance in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med.* 2009 Apr;103(4):496-502. doi: 10.1016/j.rmed.2008.10.014.

11. Ntoumenopoulos G, Presneill JJ, McElholum M, Cade JF. Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med.* 2002;28:850–6. doi: 10.1007/s00134-002-1342-2.
12. Stiller K. Physiotherapy in intensive care: towards an evidence-based practice. *Chest.* 2000;118:1801–13.
13. Mauroy B, Flaud P, Pelca D, Fausser C, Merckx J, Mitchell BR. (2015) Toward the modeling of mucus draining from human lung: role of airways deformation on air-mucus interaction. *Front Physiol.* 2015;6:214. doi: 10.3389/fphys.2015.00214.
14. Naue WS, da Silva AC, Güntzel AM, Condessa RL, de Oliveira RP, Rios Vieira SR. Increasing pressure support does not enhance secretion clearance if applied during manual chest wall vibration in intubated patients: a randomised trial. *J Physiother.* 2011;57(1):21-6. doi: 10.1016/S1836-9553(11)70003-0.
15. Unoki T, Kawasaki Y, Mizutani T, Fujino Y, Yanagisawa Y, Ishimatsu S, Tamura F, Toyooka H. Effects of expiratory rib-cage compression on oxygenation, ventilation, and airway-secretion removal in patients receiving mechanical ventilation. *Respir Care.* 2005;50:1430–7.
16. Afshari A, Safari M, Oshvandi K, Soltanian AR. The effect of the open and closed system suction on cardiopulmonary parameters: time and costs in patients under mechanical ventilation. *Nurs Midwifery Stud.* 2014;3:e14097.
17. Strickland SL, Rubin BK, Drescher GS, Haas CF, O'Malley CA, Volsko TA, Branson RD, Hess DR. American Association for Respiratory Care clinical practice guideline: effectiveness of nonpharmacologic airway clearance therapies in hospitalized patients. *Respir Care.* 2013;58:2187–93. doi: 10.4187/respcare.02925.
18. Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT Group (2011) CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Int J Surg Lond Engl.* 9:672–7. doi: 10.1016/j.ijvsu.2011.09.004.
19. American Thoracic Society, Infectious Diseases Society of America. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;171:388–416. doi: 10.1164/rccm.200405-644ST.
20. Lemes DA, Zin WA, Guimaraes 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;55:249–54.
21. Singer M, Vermaat J, Hall G, Latter G, Patel M. Hemodynamic effects of manual hyperinflation in critically ill mechanically ventilated patients. *Chest.* 1994 Oct;106(4):1182-7.
22. Hodgson C, Carroll S, Denehy L. A survey of manual hyperinflation in Australian hospitals. *Aust J Physiother.* 1999;45:185–93.

23. Gonçalves MR, Honrado T, Winck JC, Paiva JA. Effects of mechanical insufflation-exsufflation in preventing respiratory failure after extubation: a randomized controlled trial. *Crit Care Lond Engl*. 2012;16:R48. doi: 10.1186/cc11249.
24. Miu T, Joffe AM, Yanez ND, Khandelwal N, Dagal AH, Deem S, Treggiari MM. Predictors of reintubation in critically ill patients. *Respir Care*. 2014 Feb;59(2):178-85. doi: 10.4187/respcare.02527.
25. Pattanshetty RB, Gaude GS. Effect of multimodality chest physiotherapy in prevention of ventilator-associated pneumonia: A randomized clinical trial. *Indian J Crit Care Med Peer-Rev Off Publ Indian Soc Crit Care Med*. 2010;14:70–6. doi: 10.4103/0972-5229.68218.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo comparar três técnicas de higiene brônquica (VB, HMV e VB + HMV) na quantidade de secreção pulmonar aspirada, nos parâmetros hemodinâmicos e pulmonares, no tempo de VM, na mortalidade dos pacientes em VM, incidência de reintubação traqueal e PAV. A VB associada hiperinsuflação se mostrou mais efetiva no aumento da quantidade de secreção pulmonar aspirada. Além disso, os pacientes que tiveram aumento da quantidade de secreção pulmonar aspirada (G1e G3), apresentaram menor incidência de reintubação traqueal nas 24h e na PAV. Desta forma podemos inferir que existe uma provável associação entre maior quantidade de SEC e menor incidência de reintubação traqueal e PAV.

9 PERSPECTIVAS FUTURAS

Novos estudos com tamanho amostral maior e que controlem de variáveis que possam interferir nos desfechos reintubação traqueal e incidência de PAV devem ser realizados. Para que desta forma possa-se esclarecer ainda mais o efeito da quantidade de secreção pulmonar aspirada no mecanismo fisiopatológico destes desfechos em pacientes em VM.

Anexo A

Ficha de Coleta de Dados

Grupo ()

Nome: _____ Leito: _____

Idade: _____ Prontuário: _____ (F) (M) APACHE II: _____

Data início VM: ____/____/____ Data fim VM: ____/____/____ Óbito: ____ Re-IOT: _____

Patologia: (1) DPOC (2) BCP (3) SEPSE (4) OUTROS. PAV _____

	ASPIRAÇÃO	TÉCNICA
DATA / TURNO		
PEEP		
Ppico PRÉ		
FR PRÉ		
FC PRÉ		
SPO2 PRÉ		
VC PRÉ		
PAM PRÉ		
Cdin PRÉ		
Ppico PÓS		
FR PÓS		
FC PÓS		
SPO2 PÓS		
VC PÓS		
PAM PÓS		
Cdin PÓS		
PESO SEC.(g)		

Cdin= VC / PIP - PEEP

Inclusão: VM > 24 horas; PEEP \leq 10 cmH₂O; PAM > 60 mmHg; higiene brônquica.

Exclusão: PIP > 40 cmH₂O; pneumotórax, hemotórax, enfisema subcutâneo; PAVM.

Anexo B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esta pesquisa será desenvolvida no Centro de Terapia Intensiva do Hospital de Clínicas de Porto Alegre enquanto os pacientes estiverem em ventilação mecânica (ventilando por aparelhos). Tem como objetivo determinar o tempo médio de ventilação mecânica, a incidência de pneumonia associada à ventilação mecânica e a sobrevivência destes pacientes. Serão aplicadas três técnicas de fisioterapia que visam à melhora respiratória destes pacientes.

Poderão participar do estudo todos os pacientes que estiverem internados na CTI e que estiverem em ventilação mecânica, que possam receber técnicas de fisioterapia e que os familiares e ou responsável concordarem com sua participação.

Antes de iniciar o estudo, haverá um sorteio feito pelo computador no qual se definirá a técnica de fisioterapia que cada paciente vai receber. Todos os pacientes que participarem do estudo receberam as técnicas de fisioterapia da mesma maneira e com o mesmo cuidado. Serão avaliados os batimentos cardíacos, frequência da respiração, a pressão, entre outros; antes e após a aplicação das técnicas de fisioterapia.

Caso ocorra alteração clínicas que possam agravar o quadro do paciente em estudo (saturação periférica de oxigênio inferior a 85%, frequência cardíaca acima de 150 bpm, pressão arterial média abaixo de 50 cmH₂O) durante a aplicação das técnicas as mesmas serão imediatamente interrompidas. E o paciente será reavaliado pela equipe médica quanto as suas condições clínicas e pelo pesquisador responsável quanto os critérios para a participação neste estudo.

Os benefícios que poderão ocorrer neste estudo serão melhora do bem-estar respiratório e diminuição do risco de complicações respiratórias por prolongado tempo de ventilação mecânica. A aplicação deste estudo será realizada 2 vezes ao dia durante aproximadamente 20 minutos enquanto os pacientes estiverem em ventilação mecânica (respirando por aparelhos).

Os riscos que podem acontecer nesse estudo serão a manutenção do mesmo estado do paciente, ou alterações clínicas que possam aumentar o batimento cardíaco, aumentar a frequência da respiração ou aumentar a pressão arterial. Alterações essas estarão sempre monitoradas pela equipe da CTI (médicos, enfermeiros, fisioterapeutas) e pelo pesquisador responsável.

Esta pesquisa será realizada pelo fisioterapeuta da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital de Clínicas – Wagner da Silva Naue, sob orientação da Prof. Sílvia Regina Rios Vieira e demais profissionais rotineiros do Centro de Terapia Intensiva do Hospital de Clínicas, sendo garantido ao paciente confidencialidade quanto aos dados referentes ao mesmo e não divulgação do seu nome em publicações e não havendo qualquer tipo de custo ao participante.

Eu _____ responsável pelo paciente supra citado, fui informado da pesquisa de maneira clara e detalhada, podendo assim solicitar informações e modificar esta decisão, se assim eu desejar, não havendo prejuízo algum para o paciente quanto a assistência hospitalar.

Porto Alegre, ____ / ____ / ____.

Declaro autorizar a participação do paciente _____ na pesquisa com o título: O USO DA HIPERINSUFLAÇÃO COM O VENTILADOR MECÂNICO COMO TÉCNICA DE HIGIENE BRÔNQUICA.

OBS: Em caso de dúvidas relacionadas à pesquisa, tanto o Pesquisador - Wagner da Silva Naue quanto o Comitê de Ética e pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre HCPA se colocam a disposição para esclarecimentos. Conforme os telefones para contato descritos abaixo.

Wagner da Silva Naue
Comitê de Ética e Pesquisa HCPA
Contato: (51) 9976 7688 ou
(51) 3359 8223 / 3359 7640



CONSORT 2010 checklist of information to include when reporting a randomised trial*

Section/Topic	Item No	Checklist item	Reported on page No
Title and abstract			
	1a	Identification as a randomised trial in the title	01
	1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions (for specific guidance see CONSORT for abstracts)	02
Introduction			
Background and objectives	2a	Scientific background and explanation of rationale	03
	2b	Specific objectives or hypotheses	04
Methods			
Trial design			
	3a	Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio	04
	3b	Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons	06
Participants			
	4a	Eligibility criteria for participants	06
	4b	Settings and locations where the data were collected	06
Interventions			
	5	The interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered	06
Outcomes			
	6a	Completely defined pre-specified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed	08
	6b	Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons	08
Sample size			
	7a	How sample size was determined	08
	7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines	08
Randomisation:			
Sequence generation			
	8a	Method used to generate the random allocation sequence	09
	8b	Type of randomisation; details of any restriction (such as blocking and block size)	09
Allocation concealment mechanism			
	9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	09
Implementation			
	10	Who generated the random allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions	09

Blinding	11a	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those assessing outcomes) and how	04
	11b	If relevant, description of the similarity of interventions	09
Statistical methods	12a	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes	09
	12b	Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses	09
Results			
Participant flow (a diagram is strongly recommended)	13a	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome	09
	13b	For each group, losses and exclusions after randomisation, together with reasons	06
Recruitment	14a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up	09
	14b	Why the trial ended or was stopped	09
Baseline data	15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	10
Numbers analysed	16	For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups	11
Outcomes and estimation	17a	For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval)	12
	17b	For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended	
Auxiliary analyses	18	Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory	
Harms	19	All important harms or unintended effects in each group (for specific guidance see CONSORT for harms)	
Discussion			
Limitations	20	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses	15
Generalisability	21	Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings	16
Interpretation	22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	14
Other information			
Registration	23	Registration number and name of trial registry	04
Protocol	24	Where the full trial protocol can be accessed, if available	16
Funding	25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders	

⁴ We strongly recommend reading this statement in conjunction with the CONSORT 2010 Explanation and Elaboration for important clarifications on all the items. If relevant, we also recommend reading CONSORT extensions for cluster randomised trials, non-inferiority and equivalence trials, non-pharmacological treatments, herbal interventions, and pragmatic trials. Additional extensions are forthcoming: for those and for up to date references relevant to this checklist, see www.consort-statement.org.