CAMILA PRADO CHAVES

Repercussões da manobra de *bag-squeezing* com e sem válvula reguladora de pressão positiva expiratória final em recém-nascidos pré-termo sob ventilação mecânica prolongada

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre
em Ciências

Programa de: Pediatria

Orientadora: Prof. Dr^a. Vera L. Jornada Krebs

(Versão corrigida. Resolução CoPGr 5890, de 20 de dezembro de 2010.

A versão original está disponível na Biblioteca FMUSP)

SÃO PAULO

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Chaves, Camila Prado

Repercussões da manobra de *bag-squeezing* com e sem válvula reguladora de pressão positiva expiratória final em recém-nascidos pré-termo sob ventilação mecânica prolongada / Camila Prado Chaves. -- São Paulo, 2013.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Pediatria.

Orientadora: Vera Lúcia Jornada Krebs.

Descritores: 1.Recém-nascido 2.Terapia respiratória/normas 3.Fisioterapia
4.Respiração artificial/métodos 5.Respiração com pressão positiva/utilização

USP/FM/DBD-177/13

DEDICATÓRIA

Ao meu filho querido e amado Diego e Wilson meu esposo, meu amor e parceiro de todas as horas, minha família, é por vocês que sempre busco melhorar.

Aos meus pais e irmãos que sempre me incentivaram e me ensinaram a ser o que sou e tentaram de alguma forma me aconselhar e me direcionar nas minhas escolhas.

A minha avó Maria que ficou ali quietinha, mas cheia de orgulho da sua neta, fazendo suas orações, pedindo por mim.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a Prof^a Dr^a Vera Lúcia Jornada Krebs, obrigada pela disponibilidade e pelos ensinamentos, sem o seu incentivo não teria amadurecido esta ideia tão rápido.

Expresso imensa gratidão a minha coordenadora, a Fisioterapeuta Carla Marques Nicolau pelo apoio e dedicação, e a toda equipe de fisioterapeutas do berçário que me ajudaram durante a realização da pesquisa e sempre quando preciso, este trabalho não seria possível sem suas contribuições. Durante a pesquisa aprendi com vocês o que é profissionalismo, responsabilidade e competência.

Em especial agradeço a Fisioterapeuta Luciana Giachetta por ser minha amiga e me apoiar em todas as horas obrigada por sua generosidade e sensibilidade.

Agradeço as equipes médica e de enfermagem que tenho a oportunidade de trabalhar e trocar experiências.

Aos representantes da HSINEP- Newmed®, que me emprestaram os reanimadores com válvula reguladora de PEEP, utilizados nesse estudo.

À minha mãe Isilda e minha sogra Tidy por estarem do meu lado sempre, e por tomarem conta da minha riqueza maior, meu menino, Diego. Sem vocês não conseguiria dar continuidade a este trabalho.

A todos vocês, manifesto meu profundo apreço.

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de International Committee of Medical Journals Editors (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com List of Journals Indexed in Index Medicus

Sumário

Lista de abreviaturas

Lista de siglas

Lista de símbolos

Lista de figuras

Lista de tabelas

Resumo

Abstract

1. Introdução	2
2. Justificativa	10
3. Hipótese.	12
4. Objetivos	14
4.1. Objetivo Geral	14
4.2. Objetivo Específico.....	14
5. Casuística e Métodos	16
5.1. Casuística.....	16
5.1.1. Critérios de Inclusão.....	16
5.1.2. Critérios de Exclusão.....	17
5.2. Métodos.....	17
5.2.1. Desenho do Estudo	20
5.2.2. Cálculo do Tamanho Amostral.....	21
5.2.3. Metodologia da Análise.....	22
6. Resultados	25
7. Discussão	50
8. Conclusões.....	57
9. Referências Bibliográficas.....	60

Anexos

LISTA DE ABREVIATURAS

et al. - e outros

mmHg - milímetros de mercúrio

LISTA DE SIGLAS

ASTM - *American Society for Testing and Materials*

BAG - *Bag-squeezing*

BAI- Balão auto-inflável

BAM - Berçário anexo à maternidade

BPM - batimentos por minuto

CAPPesq - Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa

FC - Frequência cardíaca

FiO₂ - Fração inspirada de oxigênio

FR - frequência respiratória

HC-FMUSP - Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

HM - Hiperinsuflação manual

Hpa/l/s - *horse power* litros por segundo

ml- mililitros

O₂ - Oxigênio

PaO₂ - pressão parcial de oxigênio

PEEP - Pressão positiva expiratória final

PIP - Pressão inspiratória

Pip - Pressão inspiratória

PS - Pressão Suporte

RNPT- Recém-nascido pré-termo

RPM - respirações por minuto

SaO₂ - saturação por oximetria de pulso de oxigênio

T_{insp} - Tempo inspiratório

UTI- Unidade de Terapia Intensiva

VM - ventilação mecânica

VMI - Ventilação mecânica invasiva

LISTA DE SÍMBOLOS

% - porcentagem

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação esquemática dos componentes do reanimador manual (Reproduzida de Godoy et al.,2008).....	3
Figura 2- Esquema de funcionamento das válvulas de limiar pressórico Banner et al, 1986.....	7
Figura 3 - Ressuscitador manual e a válvula PEEP desacoplada do ressuscitador.....	18
Figura 4: Ressuscitador manual com a válvula PEEP acoplada.....	18
Figura 5 - <i>Boxplot</i> e perfil médio da saturação por oximetria de pulso de oxigênio (%) segundo momento e uso de válvula.....	27
Figura 6 – Saturação por oximetria de pulso de oxigênio de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	27
Figura 7 – Saturação por oximetria de pulso de oxigênio de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	28
Figura 8 – <i>Boxplot</i> e perfil médio da frequência cardíaca segundo momento e uso de válvula.....	29
Figura 9 – Frequência cardíaca de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	30
Figura 10 – Frequência cardíaca de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	31
Figura 11 – <i>Boxplot</i> e perfil médio da frequência respiratória segundo momento e uso de válvula.....	33
Figura 12 – Frequência respiratória de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	34
Figura 13 – Frequência respiratória de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	35
Figura 14 – <i>Boxplot</i> e perfil médio do volume inspiratório segundo momento e uso de válvula.....	37
Figura 15 – Volume inspiratório de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	38
Figura 16 – Volume inspiratório de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	39
Figura 17 – <i>Boxplot</i> e perfil médio do volume expiratório segundo momento e uso de válvula.....	40
Figura 18– Volume expiratório de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	41
Figura 19– Volume expiratório de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	42
Figura 20 – <i>Boxplot</i> e perfil médio da resistência inspiratória segundo momento e uso de válvula.....	43
Figura 21– Resistência inspiratória de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	44
Figura 22 – <i>Boxplot</i> e perfil médio da resistência expiratória segundo o momento e uso de válvula.....	45
Figura 23 – Resistência expiratória de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	46

Figura 24 – Resistência expiratória de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.....	47
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estimativas das médias e desvios padrão do percentual de alteração entre os momentos A5 e B e os momentos B e C1 para os dois tratamentos.....	21
Tabela 2. Características dos pacientes estudados (n=28).....	25
Tabela 3. Parâmetros ventilatórios de acordo com o uso ou não da válvula PEEP (n=28).....	26
Tabela 4. Estatística descritiva do percentual de saturação por oximetria de pulso de oxigênio segundo momento e tratamento.....	26
Tabela 5. Parâmetros de efeito fixos estimados para a saturação por oximetria de pulso de oxigênio nos momentos com e sem válvula.....	28
Tabela 6. Comparação à saturação por oximetria de pulso de oxigênio entre os momentos, com e sem válvula.....	29
Tabela 7. Estatística descritiva da frequência cardíaca segundo momento e tratamento.....	29
Tabela 8. Parâmetros de efeito fixos estimados para a frequência cardíaca.....	31
Tabela 9. Comparação da frequência cardíaca entre os momentos.....	32
Tabela 10. Comparação da frequência cardíaca entre os momentos e variação proporcional.....	32
Tabela 11. Estatística descritiva da frequência respiratória segundo o momento e tratamento.....	32
Tabela 12. Parâmetros de efeito fixos estimados para a frequência respiratória.....	36
Tabela 13. Comparação da frequência respiratória entre os momentos...	36
Tabela 14. Comparação da frequência respiratória entre os momentos e variação proporcional.....	36
Tabela 15. Estatística descritiva do volume inspiratório segundo momento e tratamento.....	37
Tabela 16. Parâmetros de efeito fixos estimados para o volume inspiratório.....	39
Tabela 17. Comparação do volume inspiratório entre os momentos.....	40
Tabela 18. Estatística descritiva do volume expiratório segundo o momento e tratamento.....	40
Tabela 19. Parâmetros de efeito fixos estimados do volume expiratório..	42
Tabela 20. Comparação do volume expiratório entre os momentos.....	43
Tabela 21. Estatística descritiva da resistência inspiratória segundo momento e tratamento.....	43
Tabela 22. Parâmetros de efeito fixos estimados da resistência inspiratória.....	44
Tabela 23. Comparação da resistência inspiratória entre os momentos..	45
Tabela 24. Estatística descritiva da resistência expiratória segundo o momento e tratamento.....	45

Tabela 25. Parâmetros de efeito fixos estimados para a resistência expiratória.....	47
Tabela 26. Comparação da resistência expiratória entre os momentos	48

RESUMO

Chaves C. Repercussões da manobra de *bag-squeezing* com e sem válvula reguladora de pressão positiva expiratória final em recém-nascidos pré-termo sob ventilação mecânica prolongada [dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2013.

O advento do ressuscitador manual com válvula de pressão positiva expiratória final (PEEP) parece promissor na minimização dos efeitos deletérios provocados pela desconexão do paciente do ventilador mecânico na realização da manobra de *bag-squeezing* em recém-nascidos pré-termo (RNPT) em ventilação mecânica prolongada. Esta manobra é realizada por meio da insuflação manual do reanimador e consiste em inspirações lentas e profundas consecutivas, seguidas de pausa inspiratória e rápida liberação da pressão, associada à vibração torácica, promovendo aumento do fluxo expiratório. **Objetivo Geral:** Avaliar as repercussões da manobra de *bag-squeezing*, realizada com ressuscitador manual com e sem válvula reguladora da PEEP, sobre a função cardiorrespiratória de RNPT submetidos à ventilação mecânica. **Objetivo específico:** analisar os efeitos na frequência cardíaca e respiratória, na saturação por oximetria de pulso de oxigênio, no volume pulmonar inspiratório e expiratório e na resistência inspiratória e expiratória, antes, durante e após a manobra de *bag-squeezing* utilizando ressuscitador manual com e sem válvula reguladora da PEEP. **Métodos:** Estudo prospectivo transversal realizado entre janeiro de 2010 e dezembro de 2012. Critérios de inclusão: recém-nascidos pré-termo (RNPT) com idade gestacional inferior a 35 semanas, submetidos à ventilação mecânica invasiva e dependentes da mesma aos 28 dias de vida, hemodinamicamente estáveis. A manobra de *bag-squeezing* foi aplicada de forma randomizada com o mesmo ressuscitador manual alternando o uso ou não da válvula PEEP, seguida de aspiração endotraqueal finalizando a

manobra. Para a análise dos dados nominais foi aplicado o teste de Wilcoxon com hipótese bilateral ao nível de significância de 5% e poder de teste de 80%. **Resultados:** Foram estudados 28 recém-nascidos com peso médio de nascimento $1.005,71 \pm 372.16$ gramas, idade gestacional média ao nascimento $28,90 \pm 1,79$ semanas, idade corrigida média de $33,26 \pm 1,78$ semanas, tempo médio de ventilação mecânica de 29,5 (15-53) dias. Em relação às variáveis estudadas foram observadas diferenças significantes na realização da manobra com e sem a válvula PEEP na frequência cardíaca e resistência expiratória. **Conclusões:** A menor variabilidade da saturação por oximetria de pulso, possivelmente pela maior estabilidade da caixa torácica e presença de pressão positiva no final da expiração sugerem que a utilização de válvula proporcionou melhor estabilização do RNPT. Não houve alterações significativas da frequência cardíaca, exceto no final da manobra com válvula, onde ocorreu aumento da mesma, provavelmente pelos efeitos fisiológicos da PEEP. A frequência respiratória manteve-se estável. Os volumes inspiratório e expiratório aumentaram em ambas as manobras, sugerindo que a manobra de bag-squeezing é benéfica para o paciente, independentemente do uso de válvula. Houve aumento significativo da resistência expiratória ao final da manobra com válvula.

Descritores: 1.Recém-nascido 2.Terapia respiratória/normas 3.Fisioterapia 4.Respiração artificial/métodos 5.Respiração com pressão positiva/utilização

SUMMARY

Chaves C. Repercussions of the bag-squeezing maneuver with and without positive end-expiratory pressure regulatory valve in preterm newborns under prolonged mechanical ventilation [master's degree dissertation]. São Paulo: School of Medicine, Universidade de São Paulo; 2013.

The coming of the manual resuscitator with valve of positive end-expiratory pressure (PEEP) seems promising in the minimization of the harmful effects provoked by the disconnection of the patient from the mechanical ventilation in the accomplishment of the bag-squeezing maneuver in preterm newborns (PTNB) in prolonged mechanical ventilation. This maneuver is accomplished through the manual insufflation of the resuscitator and consists of slow and deep consecutive inspirations, followed by inspiratory pause and fast liberation of the pressure, associated to the thoracic vibration, promoting an increase in the expiratory flow. **General Objective:** To evaluate the repercussions of the bag-squeezing maneuver, accomplished with manual resuscitator with and without PEEP regulatory valve, on the cardio respiratory function of PTNB undergoing mechanical ventilation. **Specific Objective:** To analyze the effects in the heart and breathing frequency, saturation by pulse oximetry, in the inspiratory and expiratory lung volume and resistance, before, during and after the bag-squeezing maneuver using manual resuscitator with and without PEEP regulatory valve. **Methods:** Transversal prospective study accomplished between January of 2010 and December of 2012. Inclusion criteria: preterm newborns with gestational age below 35 weeks, undergoing invasive mechanical ventilation and still depending on it on the 28th day of life, hemodynamically stable. The bag-squeezing maneuver was applied randomly with the same manual resuscitator alternating the use or not of the PEEP valve, following by endotracheal aspiration concluding the maneuver. For the analysis of the nominal data the Wilcoxon test was applied with bilateral hypothesis at significance level 5% and power of test 80%. **Results:** Twenty-eight newborns with an average birth weight $1,005.71 \pm 372.16$ grams, average gestational age at birth 28.90 ± 1.79 weeks, average corrected age of 33.26 ± 1.78 weeks, average time under mechanical ventilation of 29.5 (15-53) days were studied. In relation to the studied variables, significant differences were observed in the accomplishment of the maneuver with and without the PEEP valve on the heart frequency and expiratory resistance. **Conclusions:** The lower

variability of the pulse oximetry saturation, possibly because of the higher ribcage stability and the presence of positive end-expiratory pressure, suggest that the use of the valve provided better stabilization of PTNB. There were no significant alterations of the heart frequency, except in the end of the maneuver with valve, when an increase of the same happened, probably for the physiologic effects of PEEP. The breathing frequency remained stable. The inspiratory and expiratory volumes increased in both maneuvers, suggesting that the bag-squeezing maneuver is beneficial for the patient, regardless of the use of the valve. There was significant increase of the expiratory resistance at the end of the maneuver with valve.

Keywords: 1. Newborn 2. Respiratory Therapy/standards, 3. Physical therapy 4. Artificial respiration / methods 5. Positive pressure respiration/ utilization

1. INTRODUÇÃO

1. Introdução

A presença do tubo orotraqueal, altas concentrações de oxigênio, lesões da mucosa traqueobrônquica induzidas pela aspiração traqueal e a umidificação inadequada parecem ser os principais determinantes das alterações da função mucociliar em pacientes sob ventilação mecânica^{1,2}. A produção excessiva de muco associada a estes fatores, aumenta o risco de retenção de secreção, infecção pulmonar e atelectasia. Esta é uma complicação comum em pacientes intubados. O comprometimento da oxigenação devido ao *shunt* intrapulmonar e aumento da resistência vascular pulmonar pode causar lesão pulmonar. A retenção de muco nas vias respiratórias proporciona um ambiente ideal para os microrganismos colonizadores, resultando em pneumonia, além de redução da complacência pulmonar^{1,2,3}.

Neste contexto, os procedimentos de fisioterapia respiratória (drenagem postural, percussão e vibração torácica, tosse, aspiração traqueal e *bag-squeezing* são realizados rotineiramente no tratamento de pacientes em ventilação mecânica internados nas unidades de terapia intensiva (UTI), objetivando diminuir a retenção de secreção pulmonar, prevenir complicações pulmonares, melhorar a oxigenação e promover a expansão de atelectasias^{1,2,4}.

Os efeitos terapêuticos das técnicas que promovem a expansão pulmonar estão relacionados principalmente à expansão de áreas colapsadas e remoção de secreções periféricas. Para a realização destas manobras, o volume pulmonar pode ser aumentado reduzindo-se a pressão alveolar (por meio de técnicas de inspiração profunda, como a inspirometria de incentivo), ou aumentando-se a pressão na abertura das vias aéreas, com aplicação de pressão positiva, como a ventilação com pressão positiva intermitente e pressão positiva contínua nas vias aéreas. No recém-nascido, devido às características anátomo-fisiológicas, são utilizados recursos de

expansão pulmonar através de pressão positiva contínua ou intermitente nas vias aéreas^{5,6,7}.

Para fornecer ventilação com pressão positiva a pacientes em ventilação mecânica e na reanimação cardiopulmonar o hiperinsuflador manual é hoje o dispositivo mais utilizado. Seu uso iniciou-se em 1955 com o desenvolvimento do primeiro dispositivo portátil auto inflável e com válvula de não reinalação^{8,9,10}. É conhecido mundialmente pelo seu nome comercial Ambu®, podendo ser chamado de reanimador manual, ressuscitador manual, ventilador manual, hiperinsuflador, balão auto inflável (BAI) ou bolsa-válvula. O hiperinsuflador manual também fornece oxigênio aos pacientes, substituindo temporariamente a ventilação mecânica. É utilizado para ventilar pacientes durante o transporte hospitalar e em técnicas de fisioterapia respiratória^{10,11,12}. A Figura 1 mostra o hiperinsuflador e seus componentes.

Figura 1- Representação esquemática dos componentes do reanimador manual (Reproduzida de Godoy *et al*, 2008)¹³

A saída expiratória contém uma válvula de não reinalação unidirecional diretamente ligada ao paciente, que permite fluxo de ar quando

a bolsa é comprimida e se fecha quando ocorre sua liberação, evitando a entrada de ar retrógrado, não permitindo que o gás exalado seja reinalado na próxima insuflação^{10,14,15}. A válvula *pop-off* ou limitadora de pressão inspiratória, adequa o pico de pressão inspiratória (PIP) atingido pelo BAI, que é definido pela *American Society for Testing and Materials* (ASTM) em $40 \pm 5 \text{ cmH}_2\text{O}$, ocorrendo alívio da pressão ao atingir estes valores, podendo ser travada se houver necessidade de pressões mais elevadas^{10,14}.

A válvula de entrada de ar evita a saída deste pela base da bolsa quando o balão é insuflado sendo responsável pela entrada do ar ambiente na bolsa, quando a pressão no seu interior é liberada¹⁰.

O reservatório de oxigênio aumenta a fração inspirada de O_2 (FiO_2) fornecida ao paciente, um fluxo adequado e contínuo de oxigênio deve ser ajustado para expansão completa do reservatório, evitando que ele colapse durante o enchimento da bolsa. Acopladas a este reservatório, existem duas outras válvulas, a válvula “*safety outlet*” que alivia a pressão no interior do reservatório no caso de ser fornecido um fluxo de oxigênio muito alto, e a válvula “*safety inlet*”, possibilita a entrada de ar ambiente caso o volume de gás no reservatório seja insuficiente para encher a bolsa^{10,16}.

A válvula de pressão positiva expiratória final (PEEP) pode ser acoplada à porta expiratória do hiperinsuflador manual. Este dispositivo evita o colapso alveolar durante a ventilação manual. Outro dispositivo opcional é o manômetro utilizado para monitorar o pico de pressão inspiratória (PIP) gerada durante a ventilação manual. Seu uso é recomendado na prática clínica para aumentar a segurança da manobra^{17,18,19}.

A hiperinsuflação manual promove o deslocamento das secreções como resultado do aumento do fluxo expiratório, da pressão de recolhimento elástico dos pulmões e da interação gás-líquido²⁰.

Em pacientes internados em UTI, a aplicação de pressão positiva como recurso fisioterapêutico é realizada através de hiperinsuflação manual seguida de compressão torácica (técnica conhecida como *bagging* ou *bag-squeezing*). Esta técnica foi inicialmente descrita em 1968 por Clement e

Hubsch, como um recurso para melhorar a oxigenação pré e pós-aspiração traqueal, mobilizar o excesso de secreção das vias aéreas inferiores e reexpandir áreas pulmonares colapsadas^{7,21}.

Esta manobra é comumente utilizada em pacientes com via aérea artificial, por meio da insuflação manual do reanimador e consiste em inspirações lentas e profundas consecutivas, seguidas de pausa inspiratória e rápida liberação da pressão, associada à vibração torácica, promovendo aumento do fluxo expiratório.

A mobilização das secreções das vias aéreas é determinada pela velocidade do fluxo expiratório de ar nas superfícies de condução, como ocorre na tosse, onde o aumento do fluxo turbulento promove a expectoração de secreção ou corpo estranho das vias aéreas proximais.

Quando a técnica de hiperinsuflação manual (HM) é realizada o executante deve promover aumento do fluxo expiratório, que deve ser maior do que o inspiratório para que haja deslocamento das secreções para vias aéreas mais proximais, facilitando sua remoção através de aspiração endotraqueal. Apesar de esta manobra ser amplamente utilizada, existem poucos estudos relativos ao seu impacto cardiopulmonar a curto e a longo prazo^{3,22,23}.

A eficácia da manobra de *bag-squeezing* em pacientes intubados foi demonstrada por Stiller et al²⁴, que relataram melhora na complacência pulmonar e na oxigenação até duas horas após o tratamento. Já o efeito da manobra sobre a condição cardiocirculatória dos pacientes tem sido discutido para esclarecer o que é adaptação fisiológica à manobra e o que configura desequilíbrio, com risco de complicações e óbito. Laws e McIntyre²⁵ observaram alterações de frequência cardíaca durante a aplicação da BAG associada a vigorosas vibrações e compressões do tórax, porém esta variável retornou aos valores pré-tratamento 30 minutos após a execução da manobra^{26,27,28}.

Diversos estudos verificaram aumento da complacência estática do sistema respiratório, redução da resistência total do sistema respiratório,

aumento da pressão arterial de oxigênio (PaO_2) e da saturação arterial de oxigênio (SaO_2), além da resolução das áreas de atelectasia avaliadas por radiografia do tórax após aplicação da manobra de *bag-squeezing*^{5,7,20,29,30,31}.

Em 2003, Tusman G, et al³², analisaram o efeito da hiperinsuflação manual, enquanto estratégia de recrutamento alveolar, na quantidade e distribuição de atelectasias em crianças com pulmões saudáveis submetidas à anestesia geral. Os autores observaram menor frequência de atelectasias após a manobra de recrutamento, quando comparadas com crianças nas quais a manobra não foi realizada³².

Morrow et al, em 2007³³, mostraram o efeito a curto prazo da HM na ventilação e trocas gasosas em pacientes pediátricos, destacando o aumento significativo do volume corrente expiratório espontâneo e da frequência respiratória, com redução do tempo expiratório logo após a técnica, seguida de retorno aos valores basais após 25 minutos.

Em 2008, um estudo avaliou a manobra de HM em pacientes com idades variáveis de um mês a dezoito anos com diagnóstico de insuficiência respiratória. A técnica foi aplicada a curto prazo

e não foi encontrada melhora hemodinâmica significativa dos pacientes, havendo apenas tendência à melhora da saturação de oxigênio Cunha MT, 2008²⁸.

Koop e Antunes (2011)³⁴ avaliaram nove recém-nascidos internados em uma unidade neonatal, com idade gestacional entre 26 e 37 semanas. As variáveis frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e saturação por oximetria de pulso de oxigênio (SaO_2) foram mensuradas antes da manobra e após seu término com um, cinco e 10 minutos após a intervenção. Demonstraram aumento crescente da SatO_2 , sem variação significativa para FR e FC em relação ao tempo. Resultados semelhantes foram obtidos por Denehy (1999)⁷, que sugere que o uso da HM ocasiona abertura das vias aéreas colapsadas e melhora da oxigenação sem repercussão nos parâmetros cardíacos e respiratórios.

As válvulas de PEEP podem ser classificadas de duas formas, como resistores de limiar pressórico ou resistores de vazão. Na válvula de limiar pressórico a pressão positiva é exercida durante a expiração representada por P_p através de uma força constante realizada por molas representada por F , sobre uma área de superfície constante representada por SA (Figura 2).

Figura 2- Esquema de funcionamento das válvulas de limiar pressórico Banner et al, 1986³⁵.

A válvula PEEP utilizada acoplada ao hiperinsuflador manual, também chamada de válvula spring loaded é uma válvula do tipo resistor de limiar pressórico, onde a pressão positiva expiratória é gerada por meio da força constante exercida pela flexão de molas existentes em seu sistema, contra um disco de plástico com sua área de superfície constante que se opõe ao fluxo aéreo^{35,36,37}.

A melhora da assistência perinatal, o uso de corticoide antenatal, a administração de surfactante exógeno e as novas estratégias ventilatórias,

contribuíram para o aumento da sobrevivência de crianças cada vez mais prematuras e de muito baixo peso ao nascer, aumentando, conseqüentemente, o número de recém-nascidos pré-termo com necessidade de ventilação mecânica prolongada^{38,39}.

A fisioterapia pode proporcionar estabilidade hemodinâmica e respiratória a esses pacientes. Aplicar técnicas de fisioterapia respiratória que causem alterações hemodinâmicas aceitáveis com efeitos pulmonares prolongados é altamente desejável, porém são necessários mais estudos nesta população específica para aperfeiçoar a abordagem e o tratamento desses recém-nascidos³⁸.

2. JUSTIFICATIVA

2. Justificativa

O advento do ressuscitador manual com válvula de pressão positiva expiratória final, denominada válvula PEEP, é promissor na prevenção e minimização dos efeitos deletérios como lesões por cisalhamento relacionadas com a abertura e o fechamento cíclicos de unidades pulmonares instáveis, provocados pela desconexão do paciente do ventilador mecânico ^{4,31,40,41}.

A manobra de *bag-squeezing* é frequentemente utilizada em crianças sob ventilação mecânica invasiva nas unidades neonatais, porém, são escassos os estudos que abordem os efeitos desta técnica nesta população específica.

3. HIPÓTESE

3. Hipótese

A hipótese do presente estudo é que o uso de ressuscitador manual com válvula reguladora de pressão positiva expiratória final apresente benefícios durante a manobra de *bag-squeezing*, em recém-nascidos pré-termo submetidos à ventilação mecânica invasiva prolongada.

4. OBJETIVOS

4. Objetivos

4.1. Objetivo Geral

- Avaliar as repercussões clínicas da manobra de *bag-squeezing*, realizada com ressuscitador manual com e sem válvula reguladora da PEEP, sobre a função cardiorrespiratória em recém-nascidos pré-termo submetidos à ventilação mecânica invasiva (VMI).

4.2. Objetivo Específico

- Analisar os efeitos na frequência cardíaca e respiratória, na saturação por oximetria de pulso de oxigênio, no volume pulmonar inspiratório e expiratório e na resistência inspiratória e expiratória, antes, durante e após a manobra de *bag-squeezing* utilizando ressuscitador manual com e sem válvula reguladora da PEEP.

5. CASUÍSTICA E MÉTODO

5. Casuística e Métodos

Estudo prospectivo tipo transversal, realizado na Unidade de Terapia Intensiva Neonatal do Berçário Anexo à Maternidade do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP), desde 1 de Janeiro de 2010 até 31 de dezembro de 2012. O número de internações no berçário neste período foi de 5572 recém-nascidos, sendo 1838 pré-termo. Foram estudados 28 recém-nascidos que preencheram os critérios de inclusão.

5.1. Casuística

Recém-nascidos pré-termo (RNPT) com idade gestacional inferior a 35 semanas, submetidos à VMI (Ventilação Mecânica Invasiva) e dependentes da mesma aos 28 dias de vida.

5.1.1. Critérios de Inclusão

- Recém-nascidos pré-termo, com idade gestacional < 35 semanas, avaliados pela ultrassonografia precoce e pela data da última menstruação segundo a regra de Naegele;
- Submetidos à VMI $\geq$ 14 dias e em VMI aos 28 dias de vida;
- Estabilidade hemodinâmica.

5.1.2. Critérios de Exclusão

- Recém-nascidos pré-termo dependentes de suporte ventilatório não invasivo;
- Recém-nascidos pré-termo com instabilidade hemodinâmica;
- Recém-nascidos pré-termo com malformações congênitas.

5.2. Métodos

Foi criado um banco de dados para cada paciente, através da consulta de prontuários, contendo as seguintes informações:

- Dados neonatais (gênero, idade gestacional, peso de nascimento, classificação gestacional, boletim de Apgar 1 e 5 minutos, diagnósticos), condições de saúde atuais (data da avaliação, peso atual, idade gestacional corrigida (em semanas), diagnóstico atual (Anexo A).

Após a autorização dos pais ou responsável através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram selecionados os RNPT em ventilação mecânica prolongada, conforme os critérios de inclusão (Anexo B). Pesquisa aprovada pela CAPESQ número de protocolo 0027/10.

A manobra de *bag-squeezing* foi aplicada em todos os pacientes através de um ressuscitador manual da marca HSINEP – Newmed®, siliconizado com capacidade de 500 ml e portador da válvula reguladora de PEEP do tipo *spring loaded*, alternando o uso ou não da válvula (Figuras 3 e 4).

Figura 3: Ressuscitador manual e a válvula PEEP desacoplada do ressuscitador.

Figura 4: Ressuscitador manual com a válvula PEEP acoplada.

Os neonatos receberam a técnica de hiperinsuflação manual com o ressuscitador manual com e sem válvula reguladora de PEEP, no intuito de avaliar os efeitos da manobra em ambas as situações. O valor da pressão positiva expiratória final durante a manobra de bag-squeezing foi o mesmo daquele recebido pelo paciente no ventilador. Foi utilizado o fluxo de 5 litros/minuto de oxigênio durante a manobra.

A manobra de *bag-squeezing* foi realizada com seis inspirações lentas e profundas consecutivas, seguidas de pausa inspiratória de dois segundos e rápida liberação da pressão, associada à vibração torácica, promovendo, desta forma, o aumento do fluxo expiratório. Após a realização da hiperinsuflação manual associada à vibração torácica foi realizada a aspiração endotraqueal, finalizando, assim, a manobra.

As variáveis estudadas foram: frequência cardíaca e frequência respiratória e saturação por oximetria de pulso de oxigênio, aferidas através do sistema de monitorização de sinais vitais DX 2010 – LCD-Dixtal Biomédica®. Foram também estudadas as variáveis relacionadas com a função pulmonar: volumes inspiratório e expiratório e resistência pulmonar inspiratória e expiratória, aferidas através do monitor de perfil respiratório gráfico Inter GMX Slim-Intermed®.

As variáveis foram analisadas nos seguintes momentos: cinco minutos antes da manobra (momento A5); imediatamente antes da aspiração intratraqueal (momento B); um minuto após a conclusão da manobra (momento C1); trinta minutos (momento C30) após a conclusão da manobra de *bag-squeezing*.

Todos os pacientes incluídos no estudo foram ventilados pelo mesmo modelo de ventilador mecânico utilizado na unidade neonatal onde os dados serão coletados. Foi utilizado o ventilador mecânico Interneo da empresa Intermed® com fluxo contínuo, limitado a pressão e ciclado a tempo. Este ventilador possui um sensor de fluxo proximal (pneumotacógrafo) que registra as variações dos parâmetros pulmonares a cada 25 milissegundos, registrando-os através do monitor de perfil respiratório gráfico Inter GMX Slim-Intermed®.

As variáveis foram controladas em duas sessões de fisioterapia, sendo a manobra realizada com e sem válvula reguladora da PEEP. O valor da PEEP foi ajustado através de um manômetro acoplado ao hiperinsuflador manual com 5 litros de fluxo de oxigênio (fluxo utilizado rotineiramente na unidade). As sessões de fisioterapia foram realizadas pela pesquisadora executante e por cinco fisioterapeutas especializadas da equipe do Serviço de Fisioterapia do Instituto da Criança que possuem experiência média de 10 anos, previamente treinadas para a manobra estudada. As variáveis foram registradas por um profissional da equipe multidisciplinar, não fisioterapeuta, sem o conhecimento prévio do recurso utilizado.

•Linha do tempo delimitando os momentos de avaliação das variáveis estudadas

5.2.1. Desenho do Estudo

5.2.2. Cálculo do Tamanho Amostral

Inicialmente, considerou-se o percentual de alteração de cada variável avaliada (Frequência Respiratória, Frequência Cardíaca, Saturação por Oximetria, Volume Inspiratório, Volume Expiratório, Resistência Inspirada e Resistência Expiratória) entre os momentos A5 e B e os momentos B e C1 em relação aos seus respectivos valores nos momentos iniciais ao invés de seus valores absolutos. A análise descritiva está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Estimativas das médias e desvios padrão do percentual de alteração entre os momentos A5 e B e os momentos B e C1 para os dois tratamentos

Momentos A5 – B					
	Com Válvula		Sem Válvula		
Variável	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Correlação
Frequência Cardíaca	5,83	8,55	1,26	13,28	0,46
Frequência Respiratória	-3,3	29,03	2,22	21,49	0,18
Saturação O ₂	-1,43	4,15	-0,65	2,55	0,36
Volume Inspiratório	-7,57	38,2	13,04	25,85	-0,05
Volume Expiratório	-4,91	28,15	13,7	42,35	-0,28
Resistência Inspiratória	80,39	315,38	21,91	129,24	0,19
Resistência Expiratória	119,3	292,5	193,48	462,2	-0,12

Momentos B - C1					
	Com Válvula		Sem Válvula		
Variável	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Correlação
Frequência Cardíaca	-5,58	21,40	-0,96	24,56	0,18
Frequência Respiratória	7,20	11,78	9,16	8,30	-0,16
Saturação O ₂	-5,20	6,80	-8,71	8,05	0,39
Volume Inspiratório	3,96	3,88	2,62	4,00	-0,31
Volume Expiratório	19,01	6,11	21,57	4,92	0,07
Resistência Inspiratória	-13,54	78,24	-16,27	60,52	0,72
Resistência Expiratória	-20,69	46,89	4,96	20,78	0,22

Note que os momentos A5 e B e os momentos B e C1 representam, respectivamente, o impacto da manobra e o impacto da aspiração nos

pacientes.

Os momentos A5 e B e os momentos B e C1 foram considerados para o cálculo amostral.

Para os momentos B e C1, na variável Saturação por Oximetria esperou-se observar uma redução percentual de 10% e definiu-se como uma diferença clinicamente significativa uma redução ou acréscimo percentual de 3%. Para tanto, o teste de Wilcoxon com hipótese bilateral ao nível de significância de 5% e poder de teste de 80% foi utilizado. O tamanho amostral foi de 28 indivíduos.

5.2.3. Metodologia de análise

Considerando-se o desenho do estudo, em que as manobras de bag-squeezing com e sem válvula foram realizadas sequencialmente nos mesmos recém-nascidos, os modelos mistos foram usados para comparar os procedimentos. Esta classe de modelo permite avaliar as comparações propostas, na presença da estrutura de correlação decorrente do delineamento.

A classe de modelos mistos generaliza os modelos de regressão, adicionando-se um componente aleatório ao modelo linear geral da seguinte forma:

$$Y = X\beta + Z\gamma + \varepsilon.$$

Em que:

- Y representa os dados observados (variáveis em estudo);
- $X\beta$ representa os efeitos fixos associados aos momentos estudados (efeito nas variáveis em estudo decorrentes das intervenções em seus respectivos momentos);
- $Z\gamma$ representa os efeitos aleatórios dados pela estrutura de correlação associada ao estudo (estrutura de variabilidade dada em função da aplicação dos procedimentos nos mesmos RNs);
- ε representa o erro puramente aleatório.

Variáveis em estudo:

- Saturação de oxigênio (%);
- Frequência cardíaca (bpm);
- Frequência respiratória (rpm);
- Volume inspiratório (ml);
- Volume expiratório (ml);
- Resistência inspiratória (hpa/l/s);
- Resistência expiratória (hpa/l/s).

Cada variável foi mensurada nos momentos:

- A5: 5 minutos antes da manobra;
- B: final da manobra, antes da aspiração;
- C1: 1 minuto após a aspiração;
- C30: 30 minutos após a aspiração.

Adicionalmente, são apresentadas medidas descritivas e gráficos das variáveis estudadas.

6. RESULTADOS

6. Resultados

Durante o período da coleta de dados (janeiro de 2010 a dezembro de 2012) 28 recém-nascidos admitidos no Berçário Anexo à Maternidade foram incluídos no estudo após o consentimento dos pais.

Em todos os pacientes foram realizadas duas sessões de fisioterapia utilizando a manobra *bag-squeezing*, com e sem a válvula reguladora de PEEP.

As características da população estudada estão sumarizadas na Tabela 2.

Tabela 2: Características dos pacientes estudados (n=28).

Características	
Idade gestacional ao nascimento (semanas)	28,90±1,79*
Peso de nascimento (gramas)	1.005,71±372,16*
Gênero n (%)	
Masculino	17 (60,7%)
Feminino	11 (39,3%)
Classificação gestacional n(%)	
Adequado para idade gestacional	11 (39,3%)
Pequeno para idade gestacional	17 (60,7%)
Grande para idade gestacional	0 (0%)
Idade gestacional corrigida (semanas)	33,26±1,78*
Peso do dia (gramas)	1.296,61±352,46*
Tempo de Ventilação Mecânica (dias)	29,5 (15 – 53)**

*Média e DP; **Mediana (mínimo – máximo)

Os parâmetros da ventilação mecânica não apresentaram diferenças estatisticamente significantes em nenhum dos momentos estudados com ou sem uso da válvula reguladora de PEEP (Tabela 3).

Tabela 3: Parâmetros ventilatórios de acordo com o uso ou não da válvula PEEP (n=28).

Parâmetros	Com válvula PEEP	Sem válvula PEEP	P
FiO ₂ (%)	38,12±10,05	37,12±9,44	0,774 [#]
FR (rpm)	27,25±5,92	27,18±5,83	0,970 [*]
PIP (cmH ₂ O)	16,56±1,45	16,56±1,45	0,984 [*]
PEEP (cmH ₂ O)	5,93±0,44	5,93±0,44	0,978 [*]
Fluxo (l/min)	7,75±0,68	7,75±0,68	0,973 [*]
PS (cmH ₂ O)	11,54±4,10	11,54±4,10	0,974 [*]
MAP (cmH ₂ O)	8,63±0,91	8,57±0,92	0,864 [#]
Tinsp (segundos)	0,36±0,02	0,36±0,02	0,983 [*]

#Teste t-Student; *Teste de Mann-Whitney; FiO₂- Fração Inspirada de Oxigênio; FR- Frequência respiratória; PIP- Pressão Inspiratória; PEEP- Pressão Positiva Expiratória Final; PS- Pressão de suporte; MAP- Pressão Média de vias aéreas; Tinsp- Tempo inspiratório

Tabela 4: Estatística descritiva do percentual de saturação por oximetria de pulso de oxigênio segundo momento e tratamento.

Momento	Sem válvula				Com válvula			
	A5	B	C1	C30	A5	B	C1	C30
Mínimo	87	88	66	91	81	80	78	89
Mediana	96	96	88	95	97	95,5	88	95,5
Média	95,71	94,75	87,11	94,79	95,36	93,82	88,68	95,29
Desvio padrão	2,49	3,07	7,15	1,99	3,74	5,06	4,75	2,05
Máximo	99	99	98	98	99	100	97	100

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração

Figura 5 – *Boxplot* e perfil médio da saturação por oximetria de pulso de oxigênio (%) segundo momento e uso de válvula.

Figura 6 – Saturação por oximetria de pulso de oxigênio de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.

Figura 7 – Saturação por oximetria de pulso de oxigênio de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.

Tabela 5: Parâmetros de efeito fixos estimados para a saturação por oximetria de pulso de oxigênio nos momentos com e sem válvula.

Momento	Estimativa	Erro padrão	t-valor	p-valor
Intercepto	95,714	0,782	122,327	0,000
SVB	-0,964	0,968	-0,996	0,320
SVC1	-8,607	0,968	-8,894	0,000
SVC30	-0,929	0,968	-0,960	0,339
CVA5	-0,357	0,968	-0,369	0,712
CVB	-1,893	0,968	-1,956	0,052
CVC1	-7,036	0,968	-7,271	0,000
CVC30	-0,429	0,968	-0,443	0,658

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 6: Comparação à saturação por oximetria de pulso de oxigênio entre os momentos, com e sem válvula.

Contraste	Estimativa	t-valor	p-valor
C1 - SV versus CV	-1,57	-1,62	0,106
C30 - SV versus CV	-0,50	-0,52	0,606

C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 7: Estatística descritiva da frequência cardíaca segundo momento e tratamento.

Momento	Sem válvula				Com válvula			
	A5	B	C1	C30	A5	B	C1	C30
Média	148,36	146	147,96	148,14	146,11	153,96	147,04	146,39
DP	17,01	20,97	23,91	16,71	16,89	18,16	24,65	15,18
Máximo	196	182	188	189	180	194	196	175
Mediana	149	144,5	146,5	150,5	146	157	148,5	145

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração

Figura 8 – *Boxplot* e perfil médio da frequência cardíaca segundo momento e uso de válvula.

Figura 9 – Frequência cardíaca de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.

Figura 10 – Frequência cardíaca de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.

Tabela 8: Parâmetros de efeito fixos estimados para a frequência cardíaca

Momentos	Estimativa	Erro padrão	t-valor	p-valor
Intercepto	148,357	3,68	40,322	0,000
SVB	-2,357	3,64	-0,648	0,518
SVC1	-0,393	3,64	-0,108	0,914
SVC30	-0,214	3,64	-0,059	0,953
CVA5	-2,250	3,64	-0,618	0,537
CVB	5,607	3,64	1,541	0,125
CVC1	-1,321	3,64	-0,363	0,717
CVC30	-1,964	3,64	-0,540	0,590

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 9: Comparação da frequência cardíaca entre os momentos.

Contraste	Estimativa	t-valor	p-valor
A5 versus B – SV	2,36	0,648	0,518
A5 versus B – CV	-7,86	-2,160	0,032
A5 - SV versus CV	2,25	0,618	0,537
B - SV versus CV	-7,96	-2,190	0,030
B versus C1 – SV	-1,96	-0,54	0,590
B versus C1 – CV	6,93	1,90	0,058

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 10: Comparação da frequência cardíaca entre os momentos e variação proporcional.

Contraste	Estimativa	t-valor	p-valor
De A5 para B – SV	-0,01	-0,39	0,694
De A5 para B – CV	0,05	3,80	0,001
De B para C1 – SV	0,03	0,76	0,454
De B para C1 – CV	-0,04	-1,87	0,072

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 11: Estatística descritiva da frequência respiratória segundo o momento e tratamento.

Momento	Sem válvula				Com válvula			
	A5	B	C1	C30	A5	B	C1	C30
Mínimo	32	33	36	25	31	32	31	29
Mediana	49,5	53	55,5	50,5	58	53	55	55
Média	50,54	51,82	55,14	50,57	54,54	51,54	53,64	52,07
DP	10,80	10,17	10,12	11,36	10,95	10,16	10,58	10,48
Máximo	68	68	70	66	67	68	67	66

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração

Figura 11 – *Boxplot* e perfil médio da frequência respiratória segundo o momento e uso de válvula.

Figura 12 – Frequência respiratória de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.

Figura 13 – Frequência respiratória de cada RNPT segundo o momento e uso de válvula.

Tabela 12: Parâmetros de efeito fixos estimados para a frequência respiratória.

Momento	Estimativa	Erro padrão	t-valor	p-valor
Intercepto	50,536	2,00	25,264	0,000
SVB	1,286	2,19	0,586	0,559
SVC1	4,607	2,19	2,099	0,037
SVC30	0,036	2,19	0,016	0,987
CVA5	4,000	2,19	1,822	0,070
CVB	1,000	2,19	0,455	0,649
CVC1	3,107	2,19	1,415	0,159
CVC30	1,536	2,19	0,700	0,485

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 13: Comparação da frequência respiratória entre os momentos.

Contraste	Estimativa	t-valor	p-valor
A5 versus C30 – SV	-0,04	-0,016	0,987
A5 versus C30 – CV	2,46	1,120	0,263
B versus C1 - SV	-3,32	-1,510	0,132
B versus C1 - CV	-2,11	-0,960	0,338

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 14: Comparação da frequência respiratória entre os momentos e variação proporcional.

Contraste	Estimativa	t-valor	p-valor
De A5 para C30 – SV	0,03	0,56	0,580
De A5 para C30 – CV	-0,02	-0,37	0,717
De B para C1 - SV	0,09	2,21	0,036
De B para C1 - CV	0,07	1,35	0,188

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 15: Estatística descritiva do volume inspiratório segundo momento e tratamento.

Momento	Sem válvula				Com válvula			
	A5	B	C1	C30	A5	B	C1	C30
Mínimo	1,6	1,5	1,2	1,4	3,8	1,0	1,3	2,5
Mediana	8,20	8,25	9,15	9,75	8,7	9,65	9,75	10
Média	8,52	9,13	10,03	9,38	9,76	9,67	10,83	9,7
DP	4,67	5,10	5,79	4,70	4,40	6,40	6,38	4,14
Máximo	25,4	26,5	24,9	25	22,8	26,9	23,5	21

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração

Figura 14 – *Boxplot* e perfil médio do volume inspiratório segundo momento e uso de válvula.

Figura 15 – Volume inspiratório de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.

Figura 16 – Volume inspiratório de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.

Tabela 16: Parâmetros de efeito fixos estimados para o volume inspiratório.

Momento	Estimativa	Erro padrão	t-valor	p-valor
Intercepto	8,521	0,994	8,570	0,000
SVB	0,611	0,672	0,909	0,365
SVC1	1,511	0,672	2,248	0,026
SVC30	0,861	0,672	1,281	0,202
CVA5	1,243	0,672	1,849	0,066
CVB	1,150	0,672	1,711	0,089
CVC1	2,307	0,672	3,433	0,001
CVC30	1,182	0,672	1,759	0,080

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 17: Comparação do volume inspiratório entre os momentos.

Contraste	Estimativa	t-valor	p-valor
A5 versus B – SV	-0,611	-0,909	0,365
A5 versus C30 – SV	-0,861	-1,280	0,202
A5 versus B – CV	0,093	0,138	0,890
A5 versus C30 – CV	0,061	0,090	0,928
C1 – SV versus CV	-0,796	-1,19	0,237

Tabela 18: Estatística descritiva do volume expiratório segundo o momento e tratamento.

Momento	Sem válvula				Com válvula			
	A5	B	C1	C30	A5	B	C1	C30
Mínimo	2,9	3,7	2,1	1,9	4,2	2,3	1,9	2,4
Mediana	7,8	7,6	10	9,15	9,45	8,05	10,4	10,7
Média	9,21	10,08	12,47	9,98	9,92	9,84	11,71	11,05
DP	5,17	6,47	8,76	5,23	4,64	5,90	6,85	6,63
Máximo	25,2	25,3	35,7	27,4	21,9	28,8	27,4	32

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração

Figura 17 – *Boxplot* e perfil médio do volume expiratório segundo o momento e uso de válvula.

Figura 18– Volume expiratório de cada RNPT segundo o momento e uso de válvula.

Figura 19– Volume expiratório de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.

Tabela 19: Parâmetros de efeito fixos estimados do volume expiratório.

Momento	Estimativa	Erro padrão	t-valor	p-valor
Intercepto	9,207	1,20	7,704	0,000
SVB	0,875	0,95	0,921	0,358
SVC1	3,264	0,95	3,435	0,001
SVC30	0,775	0,95	0,816	0,416
CVA5	0,714	0,95	0,752	0,453
CVB	0,632	0,95	0,665	0,507
CVC1	2,500	0,95	2,631	0,009
CVC30	1,843	0,95	1,939	0,054

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 20: Comparação do volume expiratório entre os momentos.

Contraste	Estimativa	t-valor	p-valor
A5 versus B - SV	-0,875	-0,921	0,358
A5 versus C30 - SV	-0,775	-0,816	0,416
A5 versus B - CV	0,082	0,086	0,931
A5 versus C30 - CV	-1,130	-1,190	0,236
C1 - SV versus CV	0,764	0,804	0,422

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 21: Estatística descritiva da resistência inspiratória segundo momento e tratamento.

Momento	Sem válvula				Com válvula			
	A5	B	C1	C30	A5	B	C1	C30
Mínimo	16	12	8	10	11	12	8	5
Mediana	102	95,5	89,5	85	91,5	91,5	95	82
Média	105,18	95,36	86,46	84,86	95,46	97,93	91,43	80,14
Desvio padrão	49,83	55,58	53,73	52,43	61,29	57,69	63,89	46,07
Máximo	203	208	255	211	260	200	271	172

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração

Figura 20 – *Boxplot* e perfil médio da resistência inspiratória segundo momento e uso de válvula

Figura 21– Resistencia Inspiratória de cada RNPT segundo momento e uso de válvula.

Tabela 22: Parâmetros de efeito fixos estimados da resistência inspiratória.

Momento	Estimativa	Erro padrão	t-valor	p-valor
Intercepto	105,18	10,5	10,058	0,000
SVB	-9,82	11,5	-0,851	0,396
SVC1	-18,71	11,5	-1,621	0,107
SVC30	-20,32	11,5	-1,760	0,080
CVA5	-9,71	11,5	-0,841	0,401
CVB	-7,25	11,5	-0,628	0,531
CVC1	-13,75	11,5	-1,191	0,235
CVC30	-25,04	11,5	-2,169	0,031

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 23: Comparação da resistência inspiratória entre os momentos.

Contraste	Estimativa	t-valor	p-valor
A5 versus B - SV	9,82	0,851	0,396
B versus C1 - SV	8,89	0,770	0,442
C1 versus C30 - SV	1,61	0,139	0,889
A5 versus C30 - SV	20,30	1,760	0,080
A5 versus B - CV	-2,46	-0,213	0,831
B versus C1 - CV	6,50	0,563	0,574
C1 versus C30 - CV	11,30	0,978	0,330
A5 versus C30 - CV	15,30	1,330	0,186

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 24: Estatística descritiva da resistência expiratória segundo o momento e tratamento.

Momento	Sem válvula				Com válvula			
	A5	B	C1	C30	A5	B	C1	C30
Mínimo	4	3	2	3	3	4	3	5
Mediana	17,5	25	30	10	16,5	15	23	20
Média	29,14	36,68	41,11	25,21	23,29	36,18	32,39	23,43
Desvio padrão	29,27	33,46	38,01	31,41	18,55	42,30	33,45	19,84
Máximo	125	118	144	106	70	172	161	103

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração

Figura 22 – *Boxplot* e perfil médio da resistência expiratória segundo o momento e uso de válvula

Figura 23 – Resistência expiratória de cada RNPT segundo o momento e uso de válvula.

Figura 24 – Resistência expiratória de cada RNPT segundo o momento e uso de válvula.

Tabela 25: Parâmetros de efeito fixos estimados para a resistência expiratória.

Momento	Estimativa	Erro padrão	t-valor	p-valor
Intercepto	29,14	6,00	4,860	0,000
SVB	7,54	6,02	1,252	0,212
SVC1	11,96	6,02	1,987	0,048
SVC30	-3,93	6,02	-0,653	0,515
CVA5	-5,86	6,02	-0,973	0,332
CVB	7,04	6,02	1,169	0,244
CVC1	3,25	6,02	0,540	0,590
CVC30	-5,71	6,02	-0,949	0,344

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

Tabela 26: Comparação da resistência expiratória entre os momentos.

Contraste	Estimativa	t-valor	p-valor
A5 versus B - SV	-7,54	-1,250	0,2122
B versus C1 - SV	-4,43	-0,736	0,4629
C1 versus C30 - SV	15,9	2,640	0,0090
A5 versus C30 - SV	3,93	0,653	0,5148
A5 versus B - CV	-12,9	-2,100	0,0335
B versus C1 - CV	3,79	0,629	0,5302
C1 versus C30 - CV	8,96	1,490	0,1382
A5 versus C30 - CV	-0,14	-0,024	0,9811

A5- cinco minutos antes da manobra; B- imediatamente após a manobra, antes da aspiração; C1- um minuto após aspiração; C30- Trinta minutos após aspiração; SV- sem válvula; CV- com válvula

7. DISCUSSÃO

7. Discussão

Nos pacientes em ventilação mecânica, o uso da PEEP incrementa a capacidade residual funcional, evitando o colapso alveolar e a lesão por estiramento cíclico, minimizando assim o processo inflamatório decorrente da abertura e fechamento recorrente das vias aéreas^{42,43}. Recentemente foi desenvolvida uma modificação da técnica de hiperinsuflação, conhecida como hiperinsuflação por meio do aparelho de ventilação mecânica, cujo objetivo é evitar possíveis efeitos deletérios inerentes à desconexão do paciente do ventilador e retirada da PEEP⁴⁴. Quando associada à vibro-compressão manual, esta técnica é denominada *bag-squeezing*. Alguns autores demonstraram que esta manobra, associada à PEEP, leva à mobilização de secreções nas vias aéreas inferiores e ao aumento da complacência pulmonar. Com a utilização de pressões e volumes correntes maiores que os estipulados na ventilação, ocorre desobstrução das vias aéreas inferiores, com melhora da ventilação em áreas antes pouco ou não ventiladas^{42,44}.

A manobra de *bag-squeezing* possui limitações quanto ao efeito deletério inerente à desconexão do ventilador mecânico e ao menor controle de pressão média, volume-corrente, fluxo, fração inspirada de oxigênio e limite de pressão. A desconexão do ventilador mecânico e, conseqüentemente, a retirada da PEEP, pode acarretar principalmente lesão por cisalhamento relacionado com a abertura e o fechamento cíclicos de unidades pulmonares instáveis^{30,31}.

Analisando o comportamento da saturação por oximetria de pulso, observamos redução de seu percentual no momento C1, tanto na manobra sem válvula quanto com válvula (Tabela 3, Figura 5), embora sem significância estatística. A maior variabilidade e também os menores valores foram observados no momento C1 da intervenção sem válvula (Figura 7). Com relação aos parâmetros de efeito fixos estimados (tabela 4), tomando

como referência o momento A5 da intervenção sem válvula, observamos que houve diferença significativa no momento C1, com e sem válvula. No entanto, na comparação entre os momentos não houve diferenças (Tabela 5). Observamos, portanto, que, no primeiro minuto após a aspiração ocorreu diminuição significativa na saturação de oxigênio, sem diferença segundo o tratamento. De modo análogo, os momentos C30 também não apresentaram diferenças significativas entre as intervenções. Embora não tenha havido significância estatística, clinicamente a manobra com válvula mostrou menor variabilidade da saturação por oximetria de pulso, possivelmente pela maior estabilidade da caixa torácica e presença de pressão positiva no final da expiração. Provavelmente a utilização da válvula contribuiu para a estabilização do paciente, sendo possível que este recurso possibilite o uso de concentrações mais baixas de oxigênio. No RNPT, a menor variabilidade da saturação de O_2 é de grande importância para a estabilidade hemodinâmica e também do fluxo sanguíneo cerebral. Estudos adicionais são necessários para definir todos os possíveis benefícios deste recurso no atendimento destas crianças, onde os efeitos do excesso de O_2 inalado podem levar a lesões orgânicas permanentes. Resultados semelhantes ao nosso estudo foram relatados por Cunha MT, et al (2008)²⁸, que estudaram os efeitos da manobra de *bag-squeezing* sobre a saturação de oxigênio, não tendo observado diferenças com relação a esta variável. Por outro lado, Stiller et al (2001)²⁴ e Koop et al (2011)³⁴ observaram um aumento linear da saturação em relação ao tempo após a manobra de *bag-squeezing*. De acordo com Denehy (1999)⁷, o aumento da saturação ocorre pela abertura das vias aéreas colapsadas após a manobra, resultando em melhor oxigenação.

Com relação à frequência cardíaca, constatamos um acréscimo da mesma no final da manobra com válvula (momento B, Tabela 6). No entanto, sua variabilidade nos momentos com e sem válvula foi semelhante (Figuras 8 e 10). Considerando os parâmetros de efeitos fixos estimados tomando como referência o momento A5 da intervenção sem válvula (Tabela 7), observamos que não houve diferença significativa para todos os momentos,

inclusive para aquele que apresentou a maior média, ou seja, o momento B da manobra com válvula. Entretanto, com relação ao momento B, ou seja, final da manobra e antes da aspiração na intervenção com válvula, embora não tenha havido diferença na média geral, houve aumento significativo na frequência cardíaca em comparação ao momento A5 (Tabelas 8 e 9). O aumento da FC era esperado, tanto na manobra sem válvula como na manobra com válvula, devido ao manuseio do paciente para a realização do procedimento. A significância observada apenas no momento B, logo ao final da manobra com válvula, pode ser explicada pela presença de PEEP, cujos efeitos fisiológicos incluem aumento da pressão intratorácica, diminuição do retorno venoso e consequente aumento do trabalho cardíaco. O valor médio da FC no momento B da manobra com válvula foi de 153,96 batimentos/minuto, sem repercussões clínicas nos recém-nascidos.

A frequência respiratória manteve variabilidade constante em todos os momentos (Figuras 11 e 13). Na manobra com válvula observamos um acréscimo não significativo na frequência respiratória entre os momentos A5 e C1 (Tabela 10 e Figura 11), fato que pode ser atribuído à realização da aspiração endotraqueal. A frequência retornou ao mesmo patamar de A5 no momento C30, mostrando que, no tratamento com válvula não houve variação significativa na média da frequência respiratória. Na intervenção sem válvula, analisando os parâmetros de efeitos fixos estimados (Tabela 11) sobre a FR, constatamos que o momento C1 apresentou aumento significativo da mesma, tomando como referência o momento A5, indicando um efeito mais pronunciado após o primeiro minuto da aspiração traqueal na manobra sem válvula. Adicionalmente, não houve diferença significativa na frequência respiratória entre os instantes iniciais (A5) e finais (C30) nas manobras com e sem válvula (Tabela 12). No entanto, verificou-se aumento significativo da variação proporcional média da frequência respiratória entre os momentos B e C1 na intervenção sem válvula (Tabela 13). Estes resultados sugerem que a manobra com válvula proporcionou maior estabilidade da FR dos recém-nascidos.

Analizando o comportamento do volume inspiratório, observamos que

houve aumento deste a partir do momento B, tanto na manobra com válvula como sem válvula, sendo os maiores volumes observados no momento C1 (Tabela 14). Descritivamente, as médias do volume inspiratório não retornam ao patamar inicial, com variabilidade aparentemente constante em todos os momentos (Figuras 14 e 16). Na análise dos parâmetros de efeitos fixos estimados tomando como referência o momento A5 da intervenção sem válvula (Tabela 15) observamos que entre os instantes A5 e B e A5 e C30 não houve diferença no volume inspiratório nas manobras com e sem válvula (Tabela 16).

O volume expiratório mostrou aumento a partir do momento B, sendo os maiores volumes observados no momento C1 (Tabela 17 e Figura 17). Descritivamente, as médias não retornam ao patamar inicial e a variabilidade é aparentemente constante em todos os momentos (Figuras 17 e 19). Os parâmetros de efeitos fixos estimados tomando como referência o momento A5 da intervenção sem válvula (Tabela 18) mostraram aumento significativo no volume expiratório no momento C1. No entanto, não houve diferença significativa no volume expiratório entre os instantes A5 e B e entre A5 e C30 nas manobras com e sem válvula (Tabela 19). Analisando o comportamento do volume inspiratório e do volume expiratório entre os instantes A5 e B e entre A5 e C30 nas manobras com e sem válvula não observamos diferença significativa entre as médias.

Constatamos que os volumes inspiratório e expiratório aumentaram em ambas as manobras, porém sem diferença significativa, exceto no momento C1. Este comportamento sugere que a manobra de *bag-squeezing* é benéfica para o paciente, aumentando os volumes pulmonares, independentemente do uso de válvula. Por outro lado, este resultado pode ter sido influenciado pela pequena variabilidade observada, devido ao tamanho da amostra.

Houve uma tendência decrescente na resistência inspiratória (Tabela 20 e Figura 20), entre os momentos A5 e C30 de cada manobra, observando-se que as médias não retornam ao patamar inicial, com

variabilidade aparentemente constante em todos os momentos (Figura 21). Os parâmetros de efeitos fixos mostram que, quando comparado ao momento A5 da intervenção sem válvula houve uma diminuição significativa na resistência inspiratória entre o momento inicial do estudo e após as intervenções. Este resultado pode ser atribuído ao efeito benéfico da mobilização e retirada de secreções e aumento da CRF. Concluímos que o uso de válvula reforça estes efeitos, resultando em diminuição mais acentuada da resistência inspiratória. A ausência de diferença significativa na resistência inspiratória entre os instantes dentro de cada manobra pode ser decorrente do tamanho da amostra estudada.

Com relação à resistência expiratória, na manobra sem válvula houve um acréscimo na mesma nos momentos B e C1, com retorno ao patamar inicial em C30 (Tabela 23 e Figura 22). Na manobra com válvula o valor da resistência expiratória em C1 foi menor do que em B, ou seja, a reversão do aumento da resistência expiratória média ao patamar inicial ocorreu mais rapidamente na presença de válvula. Este resultado mostra que o aumento da resistência expiratória foi menos pronunciado com o uso da válvula. A variabilidade foi pequena ao longo dos momentos observados (Figuras 22 e 24), destacando-se alguns RN com perfis diferenciados (Figura 23), mostrando variabilidade baixa ou muito elevada. É possível que existam outras variáveis que justifiquem estes “comportamentos individuais” dos RN.

Observando os parâmetros de efeito fixos estimados tomando como referência o momento A5 da intervenção sem válvula (Tabela 24), constatamos no momento C1 um aumento significativo da resistência expiratória em relação ao momento inicial. Na comparação entre os momentos, verificou-se diferença significativa somente entre os instantes C1 e C30 da manobra sem válvula e entre os momentos A5 e B da manobra com válvula (Tabela 25). Na primeira situação pode-se atribuir os resultados à variabilidade da amostra. Com relação aos momentos A5 e B da manobra com válvula, sabe-se que, quando se utilizam dispositivos de PEEP, a resistência ao circuito expiratório é atribuída primariamente à resistência desta válvula. Entretanto, os pacientes sob ventilação mecânica podem

apresentar esforço expiratório ativo. Além disso, as válvulas do tipo spring load geram pressão e, quando há aumento do fluxo expiratório, como na tosse ou manobra de *bag-squeezing*, podem ocorrer pressões elevadas no sistema respiratório. Nesta situação de aumento do volume expiratório forçado, a exalação não é mais passiva, com aumento do trabalho expiratório e consumo de oxigênio, bem como da resistência expiratória⁴⁵.

Entre as limitações do estudo podemos considerar a ausência de manômetro acoplado ao hiperinsuflador. Este recurso tornaria mais objetiva a análise da expansibilidade torácica durante a manobra. Embora não tenha havido nenhum episódio de barotrauma, o manômetro incrementaria a segurança do sistema. Outro fator relevante foi o tamanho da amostra, que pode ter influenciado os resultados observados com relação ao comportamento de algumas variáveis.

De modo geral, o estudo não permitiu diferenciar estatisticamente as repercussões das manobras de *bag-squeezing* com e sem válvula reguladora de pressão positiva expiratória final sobre a função cardiorrespiratória em recém-nascidos pré-termo sob ventilação mecânica prolongada. No entanto, foi possível identificar evidências clínicas de efeitos benéficos da válvula PEEP, como a menor variabilidade da saturação por oximetria de pulso. Pesquisas adicionais com amostras maiores são recomendados.

8. CONCLUSÕES

8. Conclusões

1. A menor variabilidade da saturação por oximetria de pulso, possivelmente pela maior estabilidade da caixa torácica e presença de pressão positiva no final da expiração sugerem que a utilização de válvula proporcionou melhor estabilização do recém-nascido, embora não tenha havido significância estatística na comparação entre as manobras com e sem válvula.
2. A frequência cardíaca não mostrou alterações significativas, exceto no final da manobra com válvula, onde houve aumento da mesma, provavelmente pelos efeitos fisiológicos da PEEP, que incluem aumento da pressão intratorácica, diminuição do retorno venoso e consequente aumento do trabalho cardíaco.
3. Não houve diferença significativa na frequência respiratória entre os instantes iniciais e finais nas manobras com e sem válvula. No entanto, a variação proporcional média da frequência respiratória aumentou significativamente na intervenção sem válvula entre o final da manobra e o primeiro minuto após a aspiração, sugerindo que o uso de válvula proporcionou maior estabilidade da frequência respiratória dos recém-nascidos.
4. Os volumes inspiratório e expiratório aumentaram em ambas as situações, com e sem válvula, havendo diferença significativa no primeiro minuto após a aspiração. Este comportamento sugere que a manobra de *bag-squeezing* é benéfica para o paciente, aumentando os volumes pulmonares, independentemente do uso de válvula.

5. Não houve diferença significativa na resistência inspiratória entre os momentos dentro de cada manobra.
6. A diminuição significativa na resistência inspiratória, e o aumento significativo da resistência expiratória na comparação entre os momentos C1 e C30 minutos na manobra sem válvula e entre A5 e B na manobra com válvula podem ser atribuídos à variabilidade da amostra e aos efeitos fisiológicos da PEEP, respectivamente.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. Referências Bibliográficas

1. Judson MA, Sahn AS. Mobilization of secretions in ICU patients. *Respir Care*. 1994;39:213-26.
2. Konrad F, Schreiber T, Brecht-Kraus D. Mucociliary transport in ICU patients. *Chest*. 1994;105:237-44.
3. Dennis D, Jacob W, Budgeon C. Ventilator versus manual hyperinflation in clearing sputum in ventilated intensive care unit patients. *Anaesth Intensive Care*. 2012;40:142-9.
4. Lemes DA, Guimarães FS. O uso da hiperinsuflação como recurso fisioterapêutico em unidade de terapia intensiva. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007;19:221-25.
5. Jones A, Hutchinson R, Oh T. Effects of bagging and percussion on total static compliance of the respiratory system. *Physiotherapy*. 1992;78:661-6.
6. Ciesla ND. Chest physical therapy for patients in intensive care unit. *Phys Ther*. 1996;76:609-25.
7. Denehy L. The use of manual hyperinflation in airway clearance. *Eur Respir J*. 1999;14:958-65.
8. Ruben H. Self-contained resuscitation equipment. *Can Med Assoc J*. 1959;80:44-5.
9. Mills PJ, Baptiste J, Preston J, Barnas GM. Manual resuscitators and spontaneous ventilation an evaluation. *Crit Care Med*. 1991;19:1425-31.
10. Oliveira PMN. *Fatores que influenciam a técnica de hiperinsuflação manual com balão auto-inflável neonatal e pediátrico* [dissertação]. Campinas: Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas; 2011.
11. Turki M, Young MP, Wagers SS, Bates JHT. Peak Pressures during Manual Ventilation. *Respir Care*. 2005;50:340-4.

12. MacCarren B, Chow CM. Manual hyperinflation: a description of the technique. *Aust J Physiother.* 1996;42:203-8.
13. Godoy ACF, Vieira RJ, De Capitani EM. Alterations in peak inspiratory pressure and tidal volume delivered by manually operated self-inflating resuscitation bags as a function of the oxygen supply rate. *J Bras Pneumol.* 2008;34:817-21.
14. American Society for Testing and Materials (ASTM). Standard Specification for Minimum Performance and Safety Requirements for Resuscitators Intended for Use With Humans. Designation F920-93. Philadelphia. Reapproved 1999.
15. Krause MF, Hoehn T. Chest physiotherapy in mechanically ventilated children: a review. *Crit Care Med.* 2000;28:1648-51.
16. Hudson RCI®. Lifesaver manual resuscitator-operating manual. Temecula, CA. 20 p. 1993.
17. Shawn MM, Suzanne C. Comparison of tidal volumes obtained by one-handed and two-handed ventilation techniques. *Am J Crit Care.* 1993;2:467-73.
18. Kissoon N, Nykanen D, Tiffin N, Frewen T, Brasher P. Evaluation of performance characteristics of disposable bag-valve resuscitators. *Crit Care Med.* 1991;19:102-7.
19. Hess D, Spahr C. An Evaluation of Volumes Delivered by Selected Adult Disposable Resuscitators: The Effects of Hand Size, Number of Hands Used, and Use of Disposable Medical Gloves. *Respir Care.* 1990;35:800-5.
20. Paratz J, Lipman J, McAuliffe M. Effect of Manual Hyperinflation on Hemodynamics, Gas exchange, and Respiratory Mechanics in Ventilated Patients. *J Intensive Care Med.* 2002;17:317-24.
21. Berney S, Denehy L. A comparison of the effects of manual and ventilator hyperinflation on static lung compliance and sputum production in intubated and ventilated intensive care patients. *Physiother Res Int.* 2002;7:100-8.
22. Branson R. Secretion Management in the Mechanically Ventilated Patients.

- Respir Care*. 2007;52:1328-42.
23. Choi JS, Jones AY. Effects of manual hyperinflation and suctioning in respiratory mechanics in mechanically ventilated patients with ventilator-associated pneumonia. *Aust J Physiother*. 2005;51:25-30.
24. Stiller K. Physiotherapy in intensive care: towards an evidence-based practice. *Chest*. 2001;118:1801-13.
25. Laws AK, McIntyre RW. Chest physiological assessment during intermittent positive pressure ventilation in respiratory failure. *Can Anaesth Soc J*. 1969;16:487-93.
26. Ntoumenopoulos G. Indications for manual lung hyperinflation (MHI) in the mechanically ventilated patient with chronic obstructive pulmonary disease. *Chron Respir Dis*. 2005;2:199-207.
27. Savian C, Chan P, Paratz J. The effect of positive end-expiratory pressure level on peak expiratory flow during manual hyperinflation. *Anesth Analg*. 2005;100:1112-6.
28. Cunha MT, Corte L, Videira N, Cristianni R, Martins S. Impacto hemodinâmico e respiratório da técnica da hiperinsuflação manual em crianças sob ventilação mecânica. *Pediatrics(São Paulo)*. 2008;30:15-21.
29. Clarke R, Kelly B, Convery P. Ventilatory characteristics in mechanically ventilated patients during manual hyperventilation for chest physiotherapy. *Anaesthesia*. 1999;54:936-40.
30. Stiller K. Physiotherapy in intensive care: towards an evidence-based practice. *Chest*. 2000;118:1801-13.
31. Clini E, Ambrosino N. Early physiotherapy in the respiratory intensive care unit. *Respir Med*. 2005;99:1096-104.
32. Tusman G, Böhm SH, Tempra A, Melkun F, García E, Turchetto E, Mulder PGH, Lachmann B. Effects of Recruitment Maneuver on Atelectasis in Anesthetized Children. *Anesthesiology*. 2003;98:14-22.
33. Morrow B, Futter M, Argent A. A recruitment manoeuvre performed after endotracheal suction does not increase dynamic compliance in ventilated pediatric patients: a randomized controlled trial. *Aust J Physiother*. 2007;53:163-9.

34. Koop L, Antunes VP. Avaliação das variáveis clínicas em recém-nascidos pré-termo submetidos à ventilação mecânica pré e pós hiperinsuflação manual. *Revista Inspirar Movimento & Saúde* 2011. Disponível em: <http://www.inspirar.com.br/revista/2011/09/avaliacao-das-variaveis-clinicas-em-recem-nascidos-pre-termo-submetidos-a-ventilacao-mecanica-pre-e-pos-hiperinsuflacao-manual/> (acesso nov 2012)
35. Banner MJ, Kirby RR, Blanch PB. Site of pressure measurement during spontaneous breathing with continuous positive airway pressure: effect on calculating imposed work of breathing. *Crit Care Med*. 1992;20:795-9.
36. Nunes MVL. Avaliação "in vitro" de geradores de cpap durante exercício. [dissertação]. Rio de Janeiro: Engenharia Biomedica COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2010.
37. Kacmarek RM, Dimas S, Reynolds J, Shapiro BA. Technical aspects of positive end-expiratory pressure (PEEP): Part I. Physics of PEEP devices. *Respir Care*. 1982;27:1478-8.
38. Manzano R.M, Sampaio L.J, Santos D.C Terapia Respiratória na Displasia Broncopulmonar. *Revista Inspirar Movimento e Saúde*. 2012; 16-23.
39. Keller RL, Ballard RA. Bronchopulmonary dysplasia. In: Gleason CA, Devaskar SU. *Avery's diseases of the newborn*. 9th ed. Philadelphia: Elsevier; 2012. p.658-71.
40. McCann UG, Schiller HJ, Carney DE, Gatto LA, Steinberg JM, Nieman GF. Visual validation of the mechanical stabilizing effect of positive end-expiratory pressure at the alveolar level. *J Surg Res*. 2001;99:335-42.
41. Boidin MP. A portable PEEP valve for 0-20 cm H₂O. *Acta Anaesthesiol Belg*. 1982;33:69-74.
42. Barcellos PG. *Análise de variáveis respiratórias após hiperinsuflação manual em modelo experimental pediátrico* [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2011.
43. Fanelli V, Mascia L, Puntorieri V, Assenzio B, Elia V, Fornaro G, Martin EL, Bosco M, Delsedime L, Fiore T, Grasso S, Ranieri VM. Pulmonary

- atelectasis during low stretch ventilation: "open lung" versus "lung rest" strategy. *Crit Care Med.* 2009;37:1046-53.
44. Savian C, Paratz J, Davies A. Comparison of the effectiveness of manual and ventilator hyperinflation at different levels of positive end-expiratory pressure in artificially ventilated and intubated intensive care patients. *Heart Lung.* 2006;35:334-41.
45. Carvalho CRR. Ventilação Mecânica Volume II- Avançado: 5ª Ed. São Paulo: Atheneu; 2000. p.173-81.

ANEXOS

SERVIÇO DE FISIOTERAPIA

Coleta de dados Bag-Squeezing

Data da coleta:

Data nascimento:

Peso nascimento:

Idade gestacional:

APGAR:

Idade gestacional corrigida:

Peso do dia:

Data da intubação:

Diagnóstico: _____

Modo Ventilatório:

PEEP estipulado para válvula:

Momentos avaliados

A5= 5 minutos antes da manobra

B= imediatamente após a manobra

C1= 1 minuto após aspiração de COT

C30= 30 minutos após aspiração de COT

SEM VALVULA	A5	B	C1	C30	Parâmetros
Sat O2					FiO2
FC					FR
FR					PIP
Vol insp					PEEP
Vol exp					PS
Rinsp					FLUXO
Rexp					MAP
					Tinsp

COM VALVULA	A5	B	C1	C30	Parâmetros
Sat O2					FiO2
FC					FR
FR					PIP
Vol insp					PEEP
Vol exp					PS
Rinsp					FLUXO
Rexp					MAP
					Tinsp

Anexo B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME:

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE:

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

2. RESPONSÁVEL LEGAL

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :SEXO: M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO: Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE:

CEP: TELEFONE: DDD (.....)

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: Repercussões da manobra de *bag-squeezing* com e sem válvula reguladora de pressão positiva expiratória final sobre a função cardíaco-pulmonar em recém-nascidos hipersecretivos.....

2. PESQUISADOR: Dra. Vera Lúcia Jornada Krebs.....

CARGO/FUNÇÃO: Médica chefe..... INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 29892

UNIDADE DO HCFMUSP: Berçário Anexo à Maternidade – Instituto da Criança - HCFMUSP.

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO ☒

RISCO MÉDIO ☐

RISCO BAIXO ☐

RISCO MAIOR ☐

4.DURAÇÃO DA PESQUISA : 24 meses.....

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

1 - Gostaria de sua autorização para incluir o seu filho (a) em um estudo que está sendo realizado no berçário, com bebês que nascem no tempo certo e em bebês que nasceram antes do tempo e permanecem internados no berçário por mais de 28 dias e que necessitam da ajuda do aparelho para respirar. Neste estudo, vou aplicar uma manobra de fisioterapia que utiliza um balão com oxigênio, para ajudar abrir o pulmão do bebê e em seguida, será feita uma massagem em seu tórax, para soltar o catarro acumulado no pulmão, fazendo com isso, que o bebê melhore a sua respiração, sendo mais fácil respirar. Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que pretende comparar esta manobra de fisioterapia realizada com um balão de oxigênio mais simples, e outro mais completo, e verificar qual aparelho atende melhor as necessidades do bebê. O seu bebê receberá a manobra com os dois tipos de balão: um atendimento de fisioterapia com o balão mais simples e o próximo atendimento de fisioterapia com o balão mais completo até completar 6 atendimentos com o balão simples e 6 com o balão mais completo.

2 - A manobra aplicada no estudo é simples, de fácil realização e muito eficaz no tratamento dos bebês que precisam da ajuda do aparelho para respirar, não apresentando riscos ou complicações, e nenhum tipo de dor sendo aplicada por profissionais especialistas do Serviço de Fisioterapia do Instituto da Criança. A manobra somente será aplicada após avaliação deste profissional que determinará se o bebê pode ou não recebê-la.

3 - Não há benefício direto para o participante, pois trata-se de um estudo experimental que irá comparar os dois tipos de balão com a mesma manobra de fisioterapia e somente no final do estudo poderemos concluir a presença de algum benefício.

4 - O (a) senhor (a) tem acesso, a qualquer tempo, sobre as informações sobre os procedimentos, riscos e benefícios relacionados à esta pesquisa, inclusive para esclarecer dúvidas. Tem liberdade de retirar sua autorização a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência. Todos os dados sobre vocês e seu (sua) filho (a) são confidenciais e tem total sigilo e privacidade. O pesquisador se compromete a utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

5 – Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Dra. Vera Lúcia Jornada Krebs e a FT. Camila Prado Chaves, que podem ser encontradas no endereço Av: Dr. Enéas Carvalho de Aguiar, 255 / 10º andar – Cerqueira César. Telefone(s) 3069-6395/ 3069-6081. Se tiver alguma –consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 3069-6442 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal26–E-mail:cappesq@hcnet.usp.br

Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do paciente/representante legal Data ____ / ____ / ____

Assinatura da testemunha

Data ____ / ____ / ____

para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo

Data ____ / ____ / ____