
**Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós Graduação em Fisioterapia**

Jacqueline Rodrigues de Freitas Vianna



**DIFERENTES FRAÇÕES INSPIRADAS DE OXIGÊNIO E
HIPERINSUFLAÇÃO MECÂNICA NA ASPIRAÇÃO
ENDOTRAQUEAL ABERTA: IMPACTO NA
OXIGENAÇÃO E VENTILAÇÃO PULMONAR**

São Carlos

2015



Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós Graduação em Fisioterapia

Jacqueline Rodrigues de Freitas Vianna

**DIFERENTES FRAÇÕES INSPIRADAS DE OXIGÊNIO E
HIPERINSUFLAÇÃO MECÂNICA NA ASPIRAÇÃO
ENDOTRAQUEAL ABERTA: IMPACTO NA
OXIGENAÇÃO E VENTILAÇÃO PULMONAR**

Estudo I: Comportamento da Ventilação Pulmonar e da Oxigenação na Aspiração Endotraqueal Aberta com Diferentes Níveis de Fração Inspirada de Oxigênio: Estudo Randomizado Cruzado Usando Capnografia Volumétrica

"Changes in Pulmonary Ventilation and Oxygenation on Open Endotracheal Suction with Concentration Oxygen Less Than 100%: Randomized Crossover Study Using Volumetric Capnography"

Estudo II: Técnica PEEP-ZEEP e Concentração de Oxigênio Menor que 100% Durante Aspiração Endotraqueal em Sistema Aberto: Impacto na Oxigenação e Ventilação Pulmonar

"PEEP-ZEEP Technique and Oxygen Concentration of Less Than 100% on Open Endotracheal Suctioning: Impact on Oxygenation and Pulmonary Ventilation"

São Carlos

2015



Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós Graduação em Fisioterapia

Jacqueline Rodrigues de Freitas Vianna

**DIFERENTES FRAÇÕES INSPIRADAS DE OXIGÊNIO E
HIPERINSUFLAÇÃO MECÂNICA NA ASPIRAÇÃO
ENDOTRAQUEAL ABERTA: IMPACTO NA
OXIGENAÇÃO E VENTILAÇÃO PULMONAR**

Orientador: Prof. Dr. Maurício Jamami

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Fisioterapia. Área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

São Carlos

2015

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar
Processamento Técnico
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V617d Vianna, Jacqueline Rodrigues de Freitas
Diferentes frações inspiradas de oxigênio e hiperinsuflação mecânica na aspiração endotraqueal aberta : impacto na oxigenação e ventilação pulmonar / Jacqueline Rodrigues de Freitas Vianna. -- São Carlos : UFSCar, 2016.
107 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2015.

1. Sucção. 2. Ventilação mecânica. 3. Modalidades de Fisioterapia. 4. Oxigênio. 5. Capnografia. I. Título.

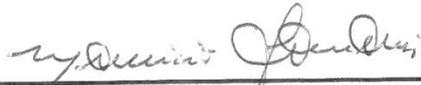


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

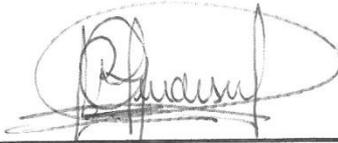
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

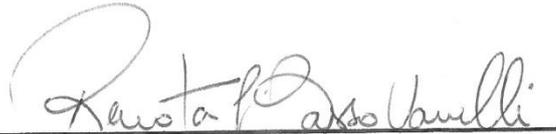
Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado da candidata Jacqueline Rodrigues de Freitas Vianna, realizada em 16/12/2015:



Prof. Dr. Mauricio Jamami
UFSCar



Profa. Dra. Renata Gonçalves Mendes
UFSCar



Profa. Dra. Renata Pedrolongo Basso Vanelli
UFSCar



Profa. Dra. Bruna Varanda Pessoa
USC



Prof. Dr. Gualberto Ruas
UFTM

Renan, Cindy e Iago e todos meus familiares vocês são:

O ar que eu respiro,
A luz da minha vida,
A razão do meu viver.

**Os amigos, pacientes, alunos, colegas,
todos aqueles que passaram pela minha vida,
vocês são:**

A possibilidade do meu progresso espiritual,
O motivo da minha alegria.

Todos vocês são:

Minha Família Universal,
Os amores da minha vida!

Jacqueline R F Vianna

Dedicatória

Aos meus filhos *Iago e Cindy*,
Pela compreensão, apoio, carinho, e por me possibilitarem sentir
e exercer o amor incondicional mais belo que existe, o de
mãe-filho.

Ao *Renan*, amor da minha vida,
Por todo incentivo, por estar sempre ao meu lado, amigo de alma
que se instalou no meu coração para toda a eternidade.

Aos meus queridos e amados pais: *João “in memoriam” e Maria Marli*,
Por serem razão da minha existência, exemplo de vida, de amor,
fé, vontade, coragem e persistência.

Aos amados irmãos e familiares
Alicerce da minha vida e formação do meu ser.

A *Miléa*, amiga e afilhada amada,
Por ter estado ao meu lado, não me deixando desistir.
Seu carinho e dedicação me fortalecem todos os dias.

Aos *pacientes críticos*,
Meus amores, as suas dores, são sempre as minhas dores.

Agradecimientos

Agradeço a Deus, por toda a proteção e amparo, que me permitiram o êxito!

Agradeço afetuosamente a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram e acreditaram na realização deste trabalho.

Em especial:

À *Eloísa Maria Gatti Regueiro*, por me apresentar ao meu orientador, assim possibilitando meu ingresso no programa de doutorado. Obrigada pela consideração, confiança e por ter acreditado em min!

Aos *meus pais*, pela minha formação profissional, mais uma vez custearam os meus estudos, em momento muito delicado e difícil da minha vida. *Mãe amada* se não fosse por você, hoje não estaria defendendo esta tese.

À *Santa Casa de Batatais e Claretiano-Centro Universitário*, representados por *Dr Antônio Barbosa da Silva, Aline Tercal e Edson Barros*, meus coordenadores, pessoas que muito estimo e respeito, por terem me possibilitado cumprir todas as disciplinas.

À *Prof^a Valéria Di Lorenzo* e meu orientador *Prof^o Maurício Jamami*, meus grandes incentivadores e inspiradores. Agradeço por todo aprendizado e conhecimento partilhado, pela força, encorajamento, amizade e por todas as correções. Vocês, mestres ímpares, me deram a oportunidade de vencer mais uma etapa da minha vida.

Aos *colegas de disciplina*, em especial *Marina e Daniela*, pelo estímulo e amizade durante os dois primeiros anos do doutorado. O doce sabor da juventude de vocês me fez acreditar que poderia conseguir.

À todas as *famílias e pacientes* que permitiram a realização deste estudo, sem vocês nada seria possível!

À *Miléa*, amiga, colega de trabalho, companheira de lutas, me auxiliou nas coletas e digitação de dados, sempre com boa vontade, dedicação e carinho. Seu apoio nesses 4 anos, não me deixando desanimar mesmo nas horas mais difíceis, foi imprescindível. Sem você, não teria chegado até aqui.

À *Maria Beatriz Ferreira Gurian*, simplesmente *Bia*, uma grande amiga, desta e de muitas outras existências. De forma especial, está sempre ao meu lado, você não tem noção do que representa na minha vida! Foi impar, me apoiando, incentivando e auxiliando no artigo de qualificação. Sendo minha fisioterapeuta, com afeto e competência, aliviou as dores físicas, devido a uma discopatia degenerativa grave, me permitindo finalizar as coletas de dados e assim chegar ao fim.

À toda equipe da UTI, da Santa Casa de Batatais, por não terem poupado esforços em criar as condições necessárias à elaboração desta tese.

À colega *Érica M. Oliveira* que me auxiliou na coleta de dados do projeto piloto, com muito carinho, sempre me apoiando e participando de todos meus questionamentos no início deste estudo.

Ao corpo docente, colegas de doutorado e a todos do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, que indiretamente participaram da elaboração desta tese. Em especial aos amigos *Ivana Labadessa, Daniele Ike, Juliano Arcuri e Bruna Pessoa*, pelo apoio e carinho.

À *Zilda Carlos Nascimento Sant'Ana*, minha mãezinha de coração, compartilhou comigo todas as intempéries para cumprir meus créditos, cuidando com carinho de mim, da minha casa e dos meus filhos. Permanecendo conosco o quanto pôde para viver, os belos 15 anos da nossa princesa Cindy e, nosso querido Iago iniciar sua graduação na UFSCar.

Ao meu amado esposo e filhos: Iago e Cindy, pela colaboração, paciência, incentivo e carinho especial durante esses 4 anos. O amor de vocês me completa e me capacita.

Ao meu irmão Kennedy, pelo socorro financeiro durante esses anos, quando coincidentemente eu e minha família tivemos dias difíceis.

À *Janaína*, minha doce prima, pela atenção e paciência na tradução do artigo de qualificação para a língua inglesa e a *Bruna* minha sobrinha linda, que compartilhou os meses mais difíceis para a finalização desta tese.

Ao *Prof. Bidurim* pela paciência dedicada à análise estatística, permitindo os resultados, cerne de todo trabalho científico.

Às professoras da Banca de Qualificação *Dra. Renata Gonçalves Mendes, Dra. Kamilla Tays Marrara, Dra. Luciana Maria Malosá Sampaio Jorge, Dra. Bruna Varanda Pessoa Santos* por aceitarem o convite de participação, pelas sugestões enriquecedoras, valiosas contribuições que possibilitaram mudanças imprescindíveis para a redação final desta tese.

Aos professores da Banca Examinadora, *Profa. Dra. Renata Gonçalves Mendes, Profa. Dra. Renata Pedrolongo Basso Vanelli, Profa. Dra. Bruna Varanda Pessoa Santos, Prof. Dr. Gualberto Ruas, Prof. Dr. Dirceu Costa, Profa. Dra. Adriana Sanches Garcia de Araújo, Profa. Dra. Kamilla Tays Marrara*, por aceitarem o convite para participar da banca de defesa da tese de doutorado e por suas valiosas contribuições.

Ao Evangelho de Jesus, por ser meu amparo e instrução, e aos anjos invisíveis aos nossos olhos, que a todos os instantes desses 4 anos estiveram a me guiar e iluminar.

A todos além da minha gratidão o meu mais doce sentimento de carinho.

Resumo e Abstract

RESUMO

A Aspiração endotraqueal (AE) em pacientes ventilados mecanicamente é necessária para manutenção da permeabilidade das vias aéreas. A AE em sistema aberto (AESA) pode causar maior prejuízo na mecânica respiratória e trocas gasosas. Existem poucas evidências sobre o impacto de concentrações de oxigênio menores que 100% e da técnica de pressão expiratória final positiva - pressão expiratória final zero (PEEP-ZEEP) na oxigenação e ventilação durante a AESA. Também não foram encontrados estudos abordando a necessidade ou não de hiperoxigenação associada à PEEP-ZEEP e sobre a efetividade isolada da hiperoxigenação com concentração de oxigênio de 20% acima da basal em adultos. Justificando assim, a realização dos estudos desta tese. O **Estudo I** foi realizado com os objetivos de avaliar se a hiperoxigenação com fração inspirada de oxigênio (FiO_2) de 20% acima da basal evita a hipoxemia comparado a oferta de FiO_2 à 100%, além de determinar o impacto da AESA na ventilação pulmonar de pacientes críticos em suporte ventilatório mecânico. Estudo, randomizado e cruzado, envolvendo 68 pacientes de uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI) adulto, intubados e alocados por sorteio simples em duas seqüências de intervenção: Hiperoxigenação com FiO_2 de 20% acima da basal (FiO_2 20%) e Hiperoxigenação com FiO_2 100% (FiO_2 100%). A hiperoxigenação foi aplicada 1 min antes de cada um dos 5 procedimentos e 1 min após o procedimento. As variáveis estudadas foram medidas pré, imediatamente após e após 1 min, 2 min e 30 min da AESA. Constatou-se aumento significativo intragrupo no pós imediato nas intervenções FiO_2 20% e 100% na saturação periférica de oxigênio (SpO_2), dióxido de carbono (CO_2) exalado ao final da expiração ($ETCO_2$), pressão parcial mista expirada de CO_2 ($PeCO_2$), frequência cardíaca (FC), pressão arterial média (PAM) e, no volume corrente de CO_2 ($VtCO_2$) apenas na FiO_2 20%. E intergrupos no $VtCO_2$, $ETCO_2$, e na SpO_2 , no pós imediato, com restabelecimento aos valores pré intervenção 30 min após. Concluiu-se que a hiperoxigenação com FiO_2 de 20% acima da basal evitou a hipoxemia e, a análise de capnografia volumétrica confirmou a ocorrência de alterações transitórias na ventilação pulmonar na AESA, sendo possível observar neste estudo, a reversibilidade em 30 min. Esses achados impulsionaram a realização do **Estudo II**, com objetivo de analisar o comportamento da SpO_2 e do $ETCO_2$ na AESA, utilizando PEEP-ZEEP com FiO_2 basal versus PEEP-ZEEP associada a hiperoxigenação com FiO_2 de 20% acima da basal. Estudo, randomizado cruzado, envolveu 38 pacientes de uma UTI adulto, intubados e alocados em duas seqüências de intervenção: PEEP-ZEEP com a FiO_2 em uso (PEEP-ZEEP FiO_2 basal) e PEEP-ZEEP com FiO_2 de 20% acima da basal (PEEP-ZEEP hiperoxigenação). A hiperoxigenação foi aplicada 1 min antes de cada um dos 5 procedimentos e 1 min após o procedimento e a PEEP-ZEEP com 3 séries de 60 s antes de cada um dos 5 procedimentos de AESA. As variáveis estudadas foram medidas pré, imediatamente após e após 1 min, 2 min e 30 min da AESA. Constatou-se aumento significativo da SpO_2 na PEEP-ZEEP hiperoxigenação e com manutenção de níveis adequados na PEEP-ZEEP FiO_2 basal, com manutenção do $ETCO_2$ em ambas as intervenções. Observou-se diferença significativa intergrupos na SpO_2 no pós 1 min da hiperoxigenação, pós imediato, 1 min e 2 min após intervenção. Concluiu-se que a técnica PEEP-ZEEP quando bem indicada, associada ou não à hiperoxigenação é eficiente para evitar a queda da SpO_2 e em manter os níveis do $ETCO_2$, minimizando o prejuízo na ventilação provocado pela AESA.

Palavras-chave: Sucção; Ventilação mecânica; Modalidades de Fisioterapia; Oxigênio, Capnografia.

ABSTRACT

Endotracheal suction (ES) in mechanically ventilated patients is required for maintaining a patent airway. Open circuit endotracheal suction (OCES) may cause greater damage to respiratory mechanics and gas exchange. There is little evidence about the impact of the use of oxygen concentrations below 100% and the expiratory pressure-zero end expiratory pressure (PEEP-ZEEP) technique at increasing oxygenation and maintaining adequate ventilation during the OCES. In addition studies were not found concerning need or not of hyperoxygenation associated with the PEEP-ZEEP and the effectiveness of isolated hyperoxygenation with oxygen concentration 20% above the baseline, thus justifying the studies of this thesis. **Study I** aimed to evaluate whether the 20% oxygen concentration of inspired oxygen fraction (FiO_2) above the baseline avoids hypoxemia compared the offer to 100% and determine the impact of OCES on pulmonary ventilation in critical patients on mechanical ventilatory support. This randomized crossover study involved 68 patients in an adult intensive care unit (ICU), intubated, mechanically ventilated and placed in the two intervention sequences: Hyperoxygenation using 20% above FiO_2 (FiO_2 20%) and Hyperoxygenation using 100% FiO_2 (FiO_2 100%). Hyperoxygenation was applied 1 min before each of the 5 ES and 1 min after OCES. The studied variables were measured pre, immediately after and 1 min, 2 min and 30 min after OCES. There was a significant intra-group increase in immediate post FiO_2 20% and 100% on peripheral oxygen saturation (SpO_2), carbon dioxide (CO_2) exhaled at the end of expiration ($ETCO_2$), partial pressure of CO_2 in the mixed expired air ($PeCO_2$), heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP), and in the tidal volume of CO_2 ($VtCO_2$) only for the FiO_2 20%. Intergroup in the immediate post in $VtCO_2$, $ETCO_2$ and SpO_2 restoring the pre intervention values 30 min after measurement. It was concluded that an oxygen concentration of 20% above baseline FiO_2 for patients with need of prior offer $\leq 60\%$ effectively avoided hypoxemia and volumetric capnography analysis confirms that changes in pulmonary ventilation in OCES in critical patients are transient and reversible within 30 min. These findings also support the implementation of **Study II** which aimed to verify behavior of peripheral oxygen saturation (SpO_2) and exhaled end-expiratory CO_2 ($ETCO_2$), for the OCES procedure, using PEEP-ZEEP baseline FiO_2 versus PEEP-ZEEP hyperoxygenation using 20% above FiO_2 . This randomized crossover study involved 38 patients in an ICU, intubated, mechanically ventilated and placed in the two intervention sequences: PEEP-ZEEP with baseline FiO_2 (PEEP-ZEEP FiO_2 baseline) and PEEP-ZEEP with 20% above FiO_2 (PEEP-ZEEP hyperoxygenation). Hyperoxygenation was applied 1 min before each of the 5 procedures and 1 min after OCES. PEEP-ZEEP with 3 series before each of the 5 ES. The studied variables were measured pre, immediately after and one, two and 30 min after OCES. There was significant increase in SpO_2 on PEEP-ZEEP hyperoxygenation, with maintenance of adequate levels on PEEP-ZEEP FiO_2 baseline no change in $ETCO_2$ in both interventions. Significant difference was found in intergroup SpO_2 post 1 min of hyperoxygenation, immediate post, post 1 and 2 min of OCES. Significant difference was found in intergroup SpO_2 post 1 min of hyperoxygenation, immediate post, post 1 and 2 min of OCES. It was concluded that the PEEP-ZEEP technique, when well indicated, associated or not to hyperoxygenation is effective to avoided the fall of SpO_2 and maintain levels of $ETCO_2$, minimizing the impairment in the ventilation caused by OCES.

Key words: Suctioning; Mechanical Ventilation, Pulmonary Ventilation, Respiratory Mechanics, Capnography.

Lista de Figuras

CONTEXTUALIZAÇÃO

Figura 1: (A) Monitor DX-2023 (*Dixtal*[®]), (B) Sensor de fluxo principal ou *mainstream* do capnostat 5 (*Respironics Inc - Novametrix*[®]) (C) Ventilador mecânico *Dixtal 3012*[®] e (D) Tela da capnografia volumétrica no *Dixtal 3012*[®] 31

ESTUDO I

Figura 1: Diagrama CONSORT - Fluxo de pacientes do estudo..... 44

Figura 2: Comportamento da SpO₂ antes e após a AESA em diferentes pontos do tempo com FiO₂ de 20% e FiO₂ de 100%49

Figura 3: Comportamento do ETCO₂, PeCO₂, VtCO₂ e VCO₂ antes e após a AESA em diferentes pontos do tempo com FiO₂ 20% e FiO₂ 100%..... 51

ESTUDO II

Figura 1: Diagrama CONSORT - Fluxo de pacientes do estudo..... 67

Figura 2: Coleta de dados dos protocolos experimentais..... 70

Figura 3: Alterações na SpO₂ antes e após a AESA em diferentes pontos do tempo com as intervenções PEEP-ZEEP FiO₂ basal e PEEP-ZEEP hiperoxigenação 73

Figura 4: Alterações no ETCO₂ antes e após a AESA em diferentes pontos do tempo com as intervenções PEEP-ZEEP FiO₂ basal e PEEP-ZEEP hiperoxigenação..... 73

Lista de Tabelas

ESTUDO I

Tabela 1: Características demográficas dos 68 pacientes estudados.....	48
Tabela 2: Comparação de condições basais dos pacientes nas duas intervenções (n=68)	48
Tabela 3: Comportamento da FC, PAM, FR e SpO ₂	49
Tabela 4: Comportamento das variáveis da capnografia volumétrica	50

ESTUDO II

Tabela 1: Características dos pacientes.....	71
Tabela 2: Variáveis nas condições basais nas duas intervenções.....	71
Tabela 3: Comportamento da SpO ₂ e ETCO ₂ de acordo com as intervenções.....	72

Lista de Abreviaturas e Siglas

AARC	<i>American association for respiratory care</i>
AE	Aspiração endotraqueal
AESA	Aspiração endotraqueal por sistema aberto
APACHE II	<i>Acute physiologic and chronic health evaluation</i>
cmH₂O	Centímetros de água
CO₂	Dióxido de carbono
CONSORT	<i>Consolidated standards of reporting trials</i>
CTM	Compressão Torácica Manual
CV	Capnografia volumétrica
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
DP	Desvio padrão
ETCO₂	CO ₂ ao final da expiração
FC	Frequência cardíaca
FiO₂	Fração inspirada de oxigênio
Fr	Diâmetro em unidades French
FR	Frequência respiratória
Hb	Hemoglobina (Hb)
HM	Hiperinsuflação manual
Ht	Hematócrito
HV	Hiperinsuflação com ventilador
IRA	Insuficiência respiratória aguda
L/m	Litros por minuto
min	Minutos
mm	Milímetros
mmHg	Milímetros de mercúrio

mL	Mililitros
mL/min	Mililitros por minuto
MR	Manobra de recrutamento
n	Número de indivíduos
p	Significância estatística
PaO₂	Pressão arterial do oxigênio
PaCO₂	Pressão arterial do dióxido de carbono
PAD	Pressão arterial diastólica
PAM	Pressão arterial média
PAS	Pressão arterial sistólica
PEEP	Pressão expiratória final positiva
PEEP-ZEEP	Pressão expiratória final positiva-pressão expiratória final zero
PeCO₂	Pressão parcial mista expirada de CO ₂
PCV	Ventilação com pressão controlada
PIC	Pressão intracraniana
PmVA	Pressão média das vias aéreas
PSV+ VT_G	Ventilação com suporte de pressão e volume corrente garantido
CPV	Cloreto de polivinil
PVC	Pressão venosa central
s	Segundos
SaO₂	Saturação arterial de oxigênio
SAA	Sistema aberto de aspiração
SFA	Sistema fechado de aspiração
SIMV	Ventilação mandatória intermitente sincronizada com volume controlado
SP	São Paulo

SpO₂	Saturação periférica de oxigênio
STPD	Condições padrão de temperatura 0°C, pressão 760mmHg, a seco
UTI	Unidade de terapia intensiva
V_a	Volume alveolar
V_{a min}	Volume minuto alveolar
VCO₂	Eliminação de CO ₂ por minuto
VCV	Ventilação com volume controlado
V_d	Volume de espaço morto
V_d/V_t	Relação entre o espaço morto anatômico e o volume corrente
VM	Ventilação mecânica
V_t	Volume corrente
VPFE	Volume pulmonar no fim da expiração
V_tCO₂	Volume corrente de CO ₂

SUMÁRIO

1.CONTEXTUALIZAÇÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
2.ESTUDO I: "Comportamento da Ventilação Pulmonar e da Oxigenação na Aspiração Endotraqueal Aberta com Diferentes Níveis de Fração Inspirada de Oxigênio: Estudo Randomizado Cruzado Usando Capnografia Volumétrica "	38
RESUMO	39
2.1. INTRODUÇÃO	40
2.2. MÉTODO	42
2.2.1. Desenho do estudo	42
2.2.2. Amostra	42
2.2.3. Critérios de inclusão e exclusão.....	42
2.2.4. Considerações éticas.....	43
2.2.5. Procedimentos.....	44
2.2.6. Coleta de dados.....	45
2.2.7. Análise dos dados.....	46
2.3. RESULTADOS	47
2.4. DISCUSSÃO	51
2.5. CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56
3.ESTUDO II: "Técnica PEEP-ZEEP e Concentração de Oxigênio Menor que 100% Durante Aspiração Endotraqueal em Sistema Aberto: Impacto na Oxigenação e Ventilação Pulmonar"	61
RESUMO	62
3.1. INTRODUÇÃO	63
3.2. MÉTODO	65
3.2.1. Desenho do estudo	65
3.2.2. Amostra	66
3.2.3. Critérios de inclusão e exclusão.....	66
3.2.4. Considerações éticas.....	67
3.2.5. Procedimentos.....	68
3.2.6. Coleta de dados.....	69
3.2.7. Análise dos dados.....	69
3.3. RESULTADOS	70

3.4. DISCUSSÃO	74
3.5. CONCLUSÃO	78
REFERÊNCIAS	79
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS FUTURO.....	85
5. APÊNDICES	88
5.1. APÊNDICE A: Captação de dados de paciente submetido à Hiperoxigenação.....	89
5.2. APÊNDICE B: Captação de dados de paciente submetido à Hiperoxigenação associada à PEEP-ZEEP.....	91
5.3. APÊNDICE C: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	93
6. ANEXOS	97
ANEXO A: Comprovante de Submissão do Estudo I.....	98
ANEXO B: Comprovante de Submissão do Estudo II.....	100
ANEXO C: Parecer do Comitê de Ética.....	102
ANEXO D: Protocolo de Registro no <i>Clinical Trials</i>	105

CONTEXTUALIZAÇÃO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Pacientes críticos internados em Unidade de Terapia Intensiva (UTI), frequentemente estão em suporte ventilatório invasivo com uma via aérea artificial, que leva a prejuízo no mecanismo de depuração das vias aéreas com conseqüente acúmulo de secreções, especialmente quando os pacientes estão sedados ou farmacologicamente paralisados. Desta forma esses pacientes necessitam periodicamente do procedimento de aspiração endotraqueal (AE)⁽¹⁻³⁾.

A AE é um procedimento invasivo e desconfortável, porém necessário para manter a permeabilidade das via aéreas, repercutindo na melhora da oxigenação e da ventilação^(1, 4). Entretanto, segundo a Diretriz de Prática Clínica da *American Association for Respiratory Care* (AARC)⁽¹⁾, este procedimento pode resultar em vários efeitos adversos; tais como risco e complicações de queda da pressão arterial do oxigênio (PaO₂), saturação arterial (SaO₂) ou saturação periférica de oxigênio (SpO₂)^(2, 5-8); trauma da mucosa traqueal ou brônquica com secreção hemorrágica⁽²⁾ e aumento da colonização microbiana nas vias aéreas inferiores⁽⁸⁾; diminuição da complacência pulmonar dinâmica (Cdin)^(6, 7, 9); diminuição da capacidade residual funcional (CRF)⁽¹⁰⁾; atelectasia^(8, 11); broncoconstrição⁽¹²⁾; mudanças no fluxo sanguíneo cerebral e aumento da pressão intracraniana (PIC); reações vaso-vagal e alterações na pressão arterial (PA)⁽¹³⁾ e frequência cardíaca (FC)^(2, 14); arritmias cardíacas⁽¹³⁾; queda do volume corrente (VC)^(7, 15-17) e aumento da pressão arterial do dióxido de carbono (PaCO₂)^(6, 15). Pode ocorrer ainda, colapso cardiovascular com morte súbita em casos de importante decréscimo do oxigênio (O₂) no sangue arterial⁽¹⁶⁾.

A hipoxemia é a mais comum complicação decorrente da AE, podendo a mesma causar alterações na frequência cardíaca, no ritmo cardíaco e desequilíbrio hemodinâmico^(18, 19). Além da hipoxemia, o que mais tem chamado atenção é o desrecrutamento pulmonar. Estudos apontam a perda de volume pulmonar^(8, 10, 20) e alterações dos níveis de CO₂^(6, 15) e, a

importância de manobras de recrutamento alveolar para restauração do volume pulmonar depois da AE^(21, 22).

Existem dois sistemas disponíveis de AE, o sistema aberto de aspiração (SAA) e o sistema fechado de aspiração (SFA). O método comumente utilizado é o SAA, que necessita da desconexão do paciente do ventilador mecânico, exceto para pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA)^(1, 4, 23).

Estudos têm mostrado que o SAA em comparação com o SFA, acarreta maior queda no volume pulmonar, na PaO₂ e maior taxa de complicações cardiovasculares^(19-21, 24-26); no entanto, os resultados são contraditórios^(14, 27).

Por todos os possíveis riscos e complicações, tem sido recomendado que a AE deva ser iniciada em resposta a sinais e sintomas clínicos, tais como: presença de secreções audíveis na ausculta pulmonar, palpáveis no tórax ou visíveis no interior da cânula; desconforto respiratório; agitação; sudorese; queda da SpO₂, queda do VC, aumento da pressão de pico (Ppico), da frequência respiratória (FR), da FC e da PA, ou padrão denteado na curva de fluxo ou alça fluxo-volume, observado na tela do ventilador mecânico. E recomendações técnicas precisas, tais como: limitação da duração do procedimento (10 a 15 s), da pressão negativa de aspiração de no máximo 150 mmHg, tamanho do cateter (<50% diâmetro interno do tubo), aspiração superficial e uso cauteloso de instilação salina^(1, 4, 15, 18, 28, 29).

O procedimento de AE necessita de monitorização contínua (antes, durante e após aspiração), análise imediata das respostas do paciente e reavaliações periódicas para sua indicação individualizada, não devendo ser realizada de forma rotineira^(1, 4), até porque não existe comprovação que este procedimento isoladamente melhore a mecânica respiratória⁽³⁰⁻³²⁾.

Além das recomendações técnicas os métodos de hiperoxigenação e/ou hiperinsuflação têm sido propostos para prevenção da hipoxemia e prejuízo da ventilação induzidos pela AE⁽³⁰⁻³⁴⁾.

O método de hiperoxigenação consiste na administração de O₂ acima da fração inspirada de oxigênio (FiO₂) que o paciente está recebendo, sendo mais comumente utilizado nos estudos e na prática clínica a oferta de FiO₂ a 100%^(1, 4, 14, 35).

Potenciais efeitos tóxicos foram demonstrados em culturas de células e modelos experimentais em animais, expostos à hiperóxia prolongada. Esses efeitos estão relacionados com a liberação de um grande número de citocinas pró-inflamatórias e marcantes alterações microvasculares e musculares⁽³⁶⁻⁴¹⁾. E em humanos o emprego de FiO₂ elevadas está relacionado ao aparecimento de atelectasias por reabsorção, hipercapnia hiperóxica e dano no epitélio bronquial com aparição de bronquite hiperóxica, diminuição da eficácia do epitélio ciliar e da função bactericida bronquial⁽³⁷⁾.

Valença et al⁽³⁸⁾ relataram em ratos, efeito deletério ao pulmão, mesmo na fase aguda, pois verificaram um aumento do número de macrófagos e neutrófilos concomitante ao aumento do dano oxidativo em 10 min de exposição. E ensaios clínicos demonstram que não há efeitos benéficos da hiperóxia em pacientes críticos⁽³⁷⁾. Phillips et al⁽⁴²⁾ relataram aumento significativo de marcadores respiratórios de estresse oxidativo em voluntários normais, mesmo ao respirar O₂ suplementar com FiO₂ de apenas 28% por 30 minutos (min).

A última Diretriz da AARC⁽¹⁾ recomenda a oferta de 100%, especialmente em casos de hipoxemia prévia à AE. Entretanto, existem controvérsias^(29, 43) e, estudos sugerem que se deve avaliar a real necessidade da hiperoxigenação com FiO₂ de 100%, já que ofertas inferiores ou até mesmo a não suplementação, foram capazes de evitar a hipoxemia durante AE^(6, 25, 44-46).

Quanto ao método de hiperinsuflação, muito usado por fisioterapeutas, pode ser realizado de forma *manual* ou *mecânica*. Os objetivos são melhorar o volume pulmonar,

mobilizar secreções brônquicas, reexpandir áreas pulmonares colapsadas e melhorar as trocas gasosas^(21, 30, 32, 35). Também tem sido evidenciado melhora da complacência pulmonar, com a associação desses métodos à AE^(30, 31).

A hiperinsuflação manual (HM) é uma manobra de recrutamento descrita desde 1968 por Clement e Hubsch⁽³³⁾, como *Bag-Squeezing*, realizada com bolsa de ressuscitação manual associada à compressão torácica. Também é denominada como HM sem compressão torácica, quando realizada somente por dois terapeutas.

Já a hiperinsuflação com ventilador (HV) foi estudada por Berney e Denehy⁽³⁴⁾ com os mesmos objetivos da HM, e sua vantagem é poder minimizar os efeitos adversos da desconexão do ventilador, porém há evidência limitada quanto a sua eficácia.

Uma das alternativas de HV é a técnica de Pressão Expiratória Final Positiva - Pressão Expiratória Final Zero (PEEP-ZEEP) ou inicialmente denominada manobra de pressão expiratória final zero (Manobra ZEEP). A HV com o aumento de volume ou de PEEP foi semelhante à HM, quanto à remoção de secreção brônquica, oxigenação e quanto a não causar repercussões hemodinâmicas significativas^(30, 47-49).

Quanto aos métodos de monitorização dos efeitos da AE, os mais utilizados são: a oximetria e os sinais vitais, com monitores multiparamétricos, a capnografia com capnógrafo e a mecânica respiratória com pneumotacógrafo acoplados no próprio ventilador mecânico (Figura 1 A, B e C).

A oximetria é considerada um dos mais importantes avanços na monitorização respiratória e permite monitorização contínua da oxigenação durante a AE. Detecta o aparecimento de hipoxemia de forma eficiente, pois a SpO₂ tem boa correlação com a SaO₂, considerando-se as condições para uma leitura fidedigna^(7, 50, 51).

A capnografia permite a monitorização contínua e não invasiva do gás alveolar, pela medida do CO₂ ao final da expiração (ETCO₂) e sua apresentação gráfica, refletindo indiretamente seus níveis circulantes. É um excelente método, pois o CO₂ exalado ao final

da expiração (ETCO₂) também apresenta boa correlação com a PaCO₂, podendo estimar o prejuízo na ventilação pulmonar⁽⁵²⁾.

A capnografia volumétrica acoplada ao ventilador mecânico é um recurso atual que integra sensor de capnografia de fluxo principal ou *mainstream* e medida de fluxo de vias aéreas (Figura 1 B, C e D). Avalia além do ETCO₂, o que está acontecendo na barreira alvéolo-capilar, monitorando as alterações da relação de espaço morto alveolar e volume corrente (Vd/Vt), do volume de espaço morto (Vd), do volume alveolar (Va), do volume alveolar minuto (Va min), do volume de CO₂ (VtCO₂), do CO₂ eliminado por minuto (VCO₂) e da pressão parcial mista expirada de CO₂ (PeCO₂). O VCO₂ é um sensível indicador de mudança na relação ventilação/perfusão e o Vd/Vt ajuda a entender o que está acontecendo na barreira alvéolo-capilar, sendo útil para detectar o colapso alveolar. Permite o manejo da ventilação alveolar e não apenas do Vt dado pelo ventilador, medindo a eficácia da ventilação⁽⁵³⁻⁵⁵⁾.

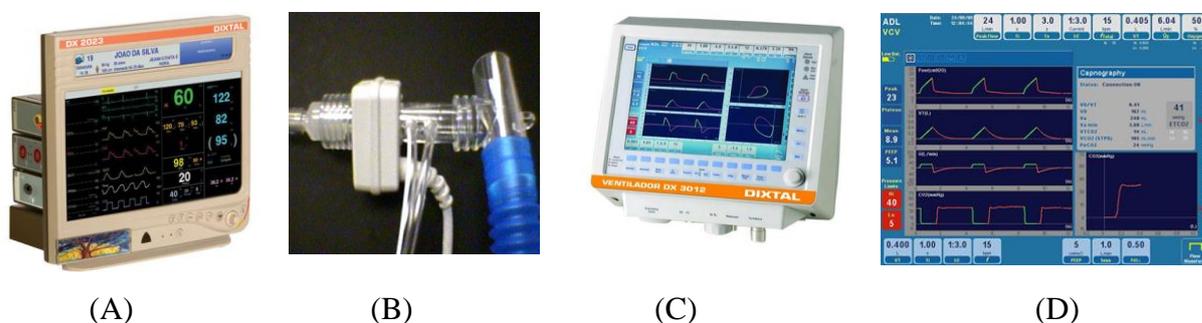


Figura 1. (A) Monitor DX-2023 (Dixtal[®]), (B) Sensor de fluxo principal ou *mainstream* do Capnostat 5 (Respironics Inc - Novametrix[®]) (C) Ventilador mecânico Dixtal 3012[®] e (D) Tela da capnografia volumétrica no Dixtal 3012[®]. Fonte: Google imagens.

A técnica predominantemente usada para prevenção dos efeitos adversos da AE, sobre a ventilação e oxigenação, tem sido a hiperoxigenação associada à hiperinsuflação e, está muito bem documentado⁽³⁵⁾.

A hiperoxigenação com 100% comumente utilizada na prática clínica é preocupante, já que altas concentrações de O₂ causam potenciais efeitos tóxicos⁽³⁶⁻⁴¹⁾. Entretanto, há poucas evidências sobre o impacto do uso de concentrações de oxigênio menor que 100%,

assim como a utilização da técnica PEEP-ZEEP como método de HV, com objetivo de aumentar a oxigenação e manter ventilação adequada após AE. Além do mais, até o presente momento não foram encontrados estudos que tenham verificado o impacto da aspiração endotraqueal em sistema aberto (AESA) na ventilação pulmonar, com parâmetros de capnografia volumétrica acoplada ao ventilador mecânico.

Formulamos as seguintes hipóteses:

- Que a hiperoxigenação com 20% acima da basal seja tão efetiva em evitar o prejuízo da oxigenação quanto à hiperoxigenação com 100%, em pacientes com necessidade menor ou igual a 60% de FiO_2 .

- Que a AESA ocasiona prejuízo na ventilação pulmonar, ou seja, no padrão de eliminação de CO_2 , independente do nível de oxigênio ofertado.

- Que a técnica de hiperinsuflação com PEEP-ZEEP utilizando FiO_2 basal ou associada a hiperoxigenação com 20% acima da basal mantém a SpO_2 e $ETCO_2$ adequados, evitando a hiperoxigenação com FiO_2 a 100% de pacientes com necessidade menor ou igual a 60% de FiO_2 e PEEP menor ou igual a 10cmH₂O.

Desta forma, os objetivos desta tese foram avaliar os efeitos do procedimento da AESA, a efetividade da hiperoxigenação com 20% acima da basal em evitar a hipoxemia e a efetividade da técnica PEEP- ZEEP em manter níveis adequados de oxigenação e sua repercussão na ventilação pulmonar, para que se possa estabelecer estratégias seguras durante o procedimento da AESA.

Com este intuito, propusemos desenvolver nesta tese 2 estudos:

O Estudo I intitulado “Comportamento da ventilação pulmonar e da oxigenação na Aspiração Endotraqueal Aberta com diferentes níveis de fração inspirada de oxigênio: Estudo Randomizado Cruzado usando capnografia volumétrica” (*Changes in pulmonary ventilation and oxygenation on Open Endotracheal Suction with concentration oxygen less than 100%: Randomized Crossover Study using volumetric capnography*) com o objetivo de

avaliar se a hiperoxigenação com FiO_2 de 20% acima da basal evita a hipoxemia comparado a oferta de FiO_2 à 100%, além de determinar o impacto da AESA na ventilação pulmonar de pacientes críticos em suporte ventilatório mecânico.

O Estudo II intitulado “ Técnica PEEP- ZEEP e concentração de oxigênio menor que 100% durante Aspiração Endotraqueal em Sistema Aberto: Impacto na oxigenação e ventilação pulmonar” (*PEEP- ZEEP Technique and oxygen concentration of less than 100% on Open Endotracheal Suctioning: Impact on oxygenation and pulmonary ventilation*), teve por objetivo verificar o comportamento da SpO_2 e do $ETCO_2$ na AESA, utilizando a técnica PEEP-ZEEP com FiO_2 basal versus PEEP-ZEEP com hiperoxigenação de 20% acima da basal.

Os desfechos, limitações e relevância clínica serão abordados separadamente em cada estudo.

No apêndice consta a demonstração da captação dos dados da capnografia volumétrica, de um paciente durante o estudo I com oferta de FiO_2 de 100% (Apêndice A) e, de um paciente no estudo II com a técnica PEEP-ZEEP e oferta de FiO_2 de 20% acima da basal (Apêndice B).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Association for Respiratory Care - AARC. AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010. *Respiratory Care* 2010;55(6):758-64.
2. Maggiore SM, Lellouche F, Pignataro C, Girou E, Maitre B, Richard JC, et al. Decreasing the adverse effects of endotracheal suctioning during mechanical ventilation by changing practice. *Respiratory Care* 2013;58(10):1588-97.
3. Raut MS, Joshi S, Maheshwari A. Stuck suction catheter in endotracheal tube. *Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine* 2015;19(2):113-5.
4. Chaseling W, Bayliss S-L, Rose K, Armstrong L, Boyle M, Caldwell J, et al. Suctioning an Adult ICU patient with an artificial airway. Agency for Clinical Innovation NSW Government Version 2 Chatswood, NSW, Australia. 2014 p.33.

5. Brown SE, Stansbury DW, Merrill EJ, Linden GS, Light RW. Prevention of suctioning-related arterial oxygen desaturation. Comparison of off-ventilator and on-ventilator suctioning. *Chest* 1983;83(4):621-7.
6. Avena MJ, Carvalho WB, Beppu OS. Evaluation of oxygenation, ventilation and respiratory mechanics before and after endotracheal suction in mechanically ventilated children. *Revista da Associação Médica Brasileira* 2003;49(2):156-61.
7. Morrow B, Futter M, Argent A. Effect of endotracheal suction on lung dynamics in mechanically-ventilated paediatric patients. *The Australian Journal of Physiotherapy* 2006;52(2):121-6.
8. Tingay DG, Copnell B, Grant CA, Dargaville PA, Dunster KR, Schibler A. The effect of endotracheal suction on regional tidal ventilation and end-expiratory lung volume. *Intensive Care Medicine* 2010;36(5):888-96.
9. Main E, Castle R, Newham D, Stocks J. Respiratory physiotherapy vs. suction: the effects on respiratory function in ventilated infants and children. *Intensive Care Medicine*. 2004;30(6):1144-51.
10. Heinze H, Sedemund-Adib B, Heringlake M, Gosch UW, Eichler W. Functional residual capacity changes after different endotracheal suctioning methods. *Anesthesia and Analgesia* 2008;107(3):941-4.
11. Sackner MA. Letter: Tracheobronchial suction catheters. *Chest* 1976;70(2):318-20.
12. Guglielminotti J, Desmots JM, Dureuil B. Effects of tracheal suctioning on respiratory resistances in mechanically ventilated patients. *Chest* 1998;113(5):1335-8.
13. Seymour CW, Cross BJ, Cooke CR, Gallop RL, Fuchs BD. Physiologic impact of closed-system endotracheal suctioning in spontaneously breathing patients receiving mechanical ventilation. *Respiratory Care* 2009;54(3):367-74.
14. Bourgault AM, Brown CA, Hains SM, Parlow JL. Effects of endotracheal tube suctioning on arterial oxygen tension and heart rate variability. *Biol Res Nurs*. 2006;7(4):268-78.
15. 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;104(1):39-47.
16. Briassoulis G, Briassoulis P, Michaeloudi E, Fitrolaki DM, Spanaki AM, Briassouli E. The effects of endotracheal suctioning on the accuracy of oxygen consumption and carbon dioxide production measurements and pulmonary mechanics calculated by a compact metabolic monitor. *Anesthesia and Analgesia* 2009;109(3):873-9.
17. Sakuramoto H, Shimojo N, Jesmin S, Unoki T, Kamiyama J, Oki M, et al. Repeated open endotracheal suctioning causes gradual desaturation but does not exacerbate lung injury compared to closed endotracheal suctioning in a rabbit model of ARDS. *BMC Anesthesiology* 2013;13:47.

18. Yousefi H VJ, Yazdannik AR. Comparison of the effects of two levels of negative pressure in open endotracheal tube suction on the physiological indices among patients in intensive care units. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research* 2014;19(5):473-477.
19. Mohammadpour A, Amini S, Shakeri MT, Mirzaei S. Comparing the effect of open and closed endotracheal suctioning on pain and oxygenation in post CABG patients under mechanical ventilation. *Iranian journal of Nursing and Midwifery Research* 2015;20(2):195-9.
20. Corley A, Sharpe N, Caruana LR, Spooner AJ, Fraser JF. Lung volume changes during cleaning of closed endotracheal suction catheters: a randomized crossover study using electrical impedance tomography. *Respiratory Care* 2014;59(4):497-503.
21. Corley A, Spooner AJ, Barnett AG, Caruana LR, Hammond NE, Fraser JF. End-expiratory lung volume recovers more slowly after closed endotracheal suctioning than after open suctioning: a randomized crossover study. *Journal of Critical Care* 2012;27(6):742 e1-7.
22. Maggiore SM, Lellouche F, Pigeot J, Taille S, Deye N, Durrmeyer X, et al. Prevention of endotracheal suctioning-induced alveolar derecruitment in acute lung injury. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2003;167(9):1215-24.
23. El Masry A, Williams PF, Chipman DW, Kratochvil JP, Kacmarek RM. The impact of closed endotracheal suctioning systems on mechanical ventilator performance. *Respiratory Care* 2005;50(3):345-53.
24. Ugras GA, Aksoy G. The effects of open and closed endotracheal suctioning on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure: a crossover, single-blind clinical trial. *The Journal of neuroscience nursing : Journal of the American Association of Neuroscience Nurses* 2012;44(6):E1-8.
25. Demir F, Dramali A. Requirement for 100% oxygen before and after closed suction. *Journal of advanced nursing* 2005;51(3):245-51.
26. 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. *Nursing and Midwifery Studies* 2014;3(2):e14097.
27. Fernandez MD, Piacentini E, Blanch L, Fernandez R. Changes in lung volume with three systems of endotracheal suctioning with and without pre-oxygenation in patients with mild-to-moderate lung failure. *Intensive Care Medicine* 2004;30(12):2210-5.
28. Yazdannik AR HS, Saghaei M, Eghbali M. Comparing two levels of closed system suction pressure in ICU patients: Evaluating the relative safety of higher values of suction pressure. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research* 2013;18(2):117-22.
29. Ntoumenopoulos G. Endotracheal suctioning may or may not have an impact, but it does depend on what you measure! *Respiratory Care* 2013;58(10):1707-10.
30. 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: the Journal of Critical Care* 2006;35(5):334-41.

31. Ahmed F, Shafeeq AM, Moiz JA, Geelani MA. Comparison of effects of manual versus ventilator hyperinflation on respiratory compliance and arterial blood gases in patients undergoing mitral valve replacement. *Heart & Lung: the Journal of Critical Care* 2010;39(5):437-43.

32. Choi JS, Jones AY. Effects of manual hyperinflation and suctioning in respiratory mechanics in mechanically ventilated patients with ventilator-associated pneumonia. *The Australian Journal of Physiotherapy* 2005;51(1):25-30.

33. Clement AJ, Hubsch SK. Chest physiotherapy by the 'bag squeezing' method: a guide to technique. *Physiotherapy* 1968;54(10):355-9.

34. 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. *Physiotherapy research international : the Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy* 2002;7(2):100-8.

35. Oh H, Seo W. A meta-analysis of the effects of various interventions in preventing endotracheal suction-induced hypoxemia. *Journal of Clinical Nursing* 2003;12(6):912-24.

36. Landa JF, Kwoka MA, Chapman GA, Brito M, Sackner MA. Effects of suctioning on mucociliary transport. *Chest* 1980;77(2):202-7.

37. Gordo-Vidal F, Calvo-Herranz E, Abella-Alvarez A, Salinas-Gabina I. Hyperoxia-induced pulmonary toxicity. *Medicina Intensiva / Sociedad Espanola de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias* 2010;34(2):134-8.

38. Valença S, Kloss ML, Bezerra FS, Lanzetti M, Silva FL, Porto LC. Efeitos da hiperóxia sobre o pulmão de ratos Wistar. *J Bras Pneumol [online]* 2007;33(6):655-662.

39. Lopes CR SA, Simões MDJ, Angelis MA, Oliveira NML. Efeitos agudos da ventilação mecânica com hiperoxia na morfometria do diafragma de ratos. *Rev Bras Fisioter* 2009;13(6):487-92.

40. Pereira DM, Silva IS, Silva BAK, Aydos RD, Carvalho PTC, Odashiro NA, et al. Efeitos da Alta Concentração de Oxigênio (Hiperóxia) por Tempo Prolongado no Tecido Pulmonar de Ratos Wistar. *Revista Biociências, UNITAU* 2008;14(2):100-16.

41. Bhandari V, Choo-Wing R, Lee CG, Zhu Z, Nedrelow JH, Chupp GL, et al. Hyperoxia causes angiotensin 2-mediated acute lung injury and necrotic cell death. *Nature Medicine* 2006;12(11):1286-93.

42. Phillips M, Cataneo RN, Greenberg J, Grodman R, Gunawardena R, Naidu A. Effect of oxygen on breath markers of oxidative stress. *The European Respiratory Journal* 2003;21(1):48-51.

43. Overend TJ, Anderson CM, Brooks D, Cicutto L, Keim M, McAuslan D, et al. Updating the evidence-base for suctioning adult patients: a systematic review. *Canadian Respiratory Journal: Journal of the Canadian Thoracic Society* 2009;16(3):e6-17.

44. Rogge JA, Bunde L, Baun MM. Effectiveness of oxygen concentrations of less than 100% before and after endotracheal suction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Heart & lung: The Journal of Critical Care* 1989;18(1):64-71.
45. Diniz GCLM, Oliveira HMD, Arrais RCS, Pessoa BP, Figueiredo PHS. A utilização de FiO₂ inferior a 100% para hiperoxigenação de pacientes estáveis submetidos à aspiração endotraqueal. *ASSOBRAFIR Ciência [Internet]* 2012; 3(1)45-56.
46. Souza TG, Araújo RK, Milani CM, Gardengh G. Comportamento das variáveis cardiorrespiratórias de pacientes em ventilação mecânica submetidos à aspiração traqueal sob diferentes níveis de fração inspirada de oxigênio. *Revista Eletrônica Saúde e Ciência*. 2012;2(Artigo V):63-77.
47. Herbst-Rodrigues MV, Carvalho VO, Auler Jr JOC, Feltrim MIZ. PEEP-ZEEP technique: cardiorespiratory repercussions in mechanically ventilated patients submitted to a coronary artery bypass graft surgery. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2011;6:108-14.
48. Rodrigues M. Estudo do comportamento hemodinâmico, da troca gasosa, da mecânica respiratória e da análise do muco brônquico na aplicação de técnicas de remoção de secreção brônquica em pacientes sob ventilação mecânica. São Paulo. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2007.
49. Lobo DM, Cavalcante LA, Mont'Alverne DG. Applicability of bag squeezing and zEEP maneuvers in mechanically ventilated patients. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*. 2010;22(2):186-91.
50. Coté CJ GE, Fuchsman WH, Hoaglin DC. The effect of nail polish on pulse oximetry. *Anesthesia and Analgesia* 1988;7:683-6.
51. Jubran A. Pulse oximetry. *Critical Care* 1999;3(2):R11-R7.
52. Auler JO Jr, Franchi AA, Coimbra VRM, Carvalho MJ. Estudo comparativo entre CO₂ obtido por capnografia e gasometria no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev Bras Anesthesiol* 1990;40(5):311-8.
53. Jaffe MB. Infrared measurement of carbon dioxide in the human breath: "breathe-through" devices from Tyndall to the present day. *Anesthesia and Analgesia*. 2008;107(3):890-904.
54. Kallet RH, Daniel BM, Garcia O, Matthay MA. Accuracy of physiologic dead space measurements in patients with acute respiratory distress syndrome using volumetric capnography: comparison with the metabolic monitor method. *Respiratory Care* 2005;50(4):462-7.
55. Romero PV, Lucangelo U, Lopez Aguilar J, Fernandez R, Blanch L. Physiologically based indices of volumetric capnography in patients receiving mechanical ventilation. *The European Respiratory Journal* 1997;10(6):1309-15.

ESTUDO I

" Comportamento da Ventilação Pulmonar e da Oxigenação na Aspiração Endotraqueal Aberta com Diferentes Níveis de Fração Inspirada de Oxigênio: Estudo Randomizado Cruzado Usando Capnografia volumétrica"

Manuscrito submetido no periódico *Respiratory Care* (anexo A)

RESUMO

Contextualização: A aspiração endotraqueal (AE) em pacientes ventilados mecanicamente é necessária para proteção e manutenção da permeabilidade das vias aéreas. AE em sistema aberto (AESA) pode causar prejuízo na mecânica respiratória e trocas gasosas. O objetivo deste estudo foi avaliar se a hiperoxigenação com fração inspirada de oxigênio (FiO_2) de 20% acima da basal evita a hipoxemia comparado a oferta de FiO_2 à 100%, além de determinar o impacto da AESA na ventilação pulmonar de pacientes críticos em suporte ventilatório mecânico. **Métodos:** Estudo prospectivo randomizado cruzado realizado em uma unidade de terapia intensiva adulto (UTI) adulto, com sessenta e oito pacientes mecanicamente ventilados, com $FiO_2 \leq 60\%$ e necessitando de AE. Foram realizadas duas sequências de intervenção: Hiperoxigenação com 20% acima da FiO_2 basal (FiO_2 20%) e Hiperoxigenação com 100% (FiO_2 100%). A oxigenação foi avaliada pela saturação periférica de oxigênio (SpO_2), usando oximetria de pulso, mudanças na ventilação pulmonar pelas variáveis: volume alveolar (V_a), volume alveolar de cada respiração (V_a min), eliminação de dióxido de carbono (CO_2) por minuto (VCO_2), Pressão parcial mista expirada de CO_2 ($PeCO_2$), volume corrente de CO_2 ($VtCO_2$), CO_2 ao final da expiração ($ETCO_2$), relação espaço morto anatômico e o volume corrente (V_d/V_t) e, volume do espaço morto de cada respiração (V_D), usando capnografia volumétrica e sinais vitais pela frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e pressão arterial média (PAM) usando monitor multiparamétrico. As medidas foram realizadas pré, pós imediato e 1 min, 2 min e 30 min após a AESA, e a SpO_2 também foi monitorada continuamente durante 5 procedimentos consecutivos de AESA. **Resultados:** Na comparação intragrupo a SpO_2 aumentou significativamente 1 min antes e depois da AESA em ambas as intervenções, no pós imediato aumento nos níveis de $ETCO_2$, $PeCO_2$, FC, PAM em ambas as intervenções e no $VtCO_2$ apenas na intervenção 20%. Na análise intergrupos foi encontrada diferença na SpO_2 , no $VtCO_2$ e no $ETCO_2$ somente no pós-imediato à AESA. **Conclusão:** A hiperoxigenação com FiO_2 de 20% acima da basal evitou a hipoxemia e a análise de capnografia volumétrica confirmou a ocorrência de alterações transitórias na ventilação pulmonar na AESA, sendo possível observar neste estudo, a reversibilidade em 30 min. **Trial registration:** ClinicalTrials.gov NCT02440919.

Palavras-chave: Sucção; Ventilação mecânica; Ventilação Pulmonar, Mecânica Respiratória, Capnografia.

2.1 INTRODUÇÃO

Nas Unidades de Terapia Intensiva (UTI), os pacientes ventilados mecanicamente necessitam de proteção e manutenção da permeabilidade das vias aéreas. A presença do tubo endotraqueal diminui a *clearance* mucociliar e o reflexo de tosse, levando a maior produção e acúmulo de secreções.

Esses pacientes são incapazes de removerem as secreções e necessitam de aspiração endotraqueal (AE)⁽¹⁻³⁾. Entretanto, este procedimento pode resultar em várias complicações⁽¹⁾, tais como: desconforto⁽⁴⁾, broncoconstrição⁽⁵⁾, infecção⁽⁶⁾, lesão da mucosa traqueal e hemorragia⁽²⁾, atelectasia^(6, 7), arritmias cardíacas, alterações hemodinâmicas^(2, 8, 9), redução da oxigenação^(2, 6, 10-13), desrecrutamento pulmonar⁽¹⁴⁾ entre outros.

A aspiração endotraqueal por sistema aberto (AESA) é um método clássico de remoção de secreções traqueais, que se realiza mediante a desconexão do paciente do ventilador mecânico, seguindo com inserção de um cateter na traqueia, sob pressão negativa⁽¹⁵⁾.

Estudos têm evidenciado que além da pressão negativa de sucção, a desconexão do VM, favorece a maior queda de saturação periférica do oxigênio (SpO₂)^(11, 16-20) e maior prejuízo na ventilação devido ao desrecrutamento pulmonar, sendo consideradas as principais complicações relacionadas à AESA^(6, 11, 12, 14, 18, 21-23).

A desconexão do paciente do VM causa perda da capacidade residual funcional (CRF), prejuízo na ventilação pulmonar, diminuição da oxigenação e força de cisalhamento em unidades distais do pulmão. Estudos têm mostrado que as perdas no volume pulmonar durante AESA são transitórias com diferentes taxas de recuperação do volume pulmonar^(14, 21, 23).

Mudanças na oxigenação podem ser facilmente avaliadas pela SpO₂, obtidas de forma efetiva e não invasiva pela oximetria de pulso. E mudanças no volume pulmonar podem ser estimadas com uma visão rápida e confiável da ventilação por meio da capnografia volumétrica (CV), a qual analisa o padrão de eliminação de CO₂ em função do

volume expirado durante cada respiração, com monitorização contínua e não invasiva do gás alveolar⁽²⁴⁻²⁶⁾. A CV vem sendo empregada em diversos estudos, envolvendo informações fisiológicas da ventilação, perfusão e metabolismo, assim como em diagnósticos, prognósticos e efeitos de intervenções terapêuticas de doentes críticos ventilados mecanicamente^(24, 27-31).

O método de hiperoxigenação e/ou hiperinsuflação tem sido proposto para prevenção da hipoxemia e do prejuízo da ventilação induzidos pela AE⁽³²⁻³⁶⁾. A hiperoxigenação consiste na elevação da fração inspirada de oxigênio (FiO_2) acima dos níveis basais e a hiperoxigenação com 100% tem sido o método mais utilizado^(1, 4, 9, 20, 37).

A exposição à FiO_2 de 100% em modelos experimentais animais e em humanos, revelou potenciais efeitos tóxicos. Esses efeitos estão relacionados com liberação de um grande número de citocinas pró-inflamatórias e alterações microvasculares e musculares^(38, 39). Em humanos, sabe-se que podem ocorrer atelectasias por reabsorção, hipercapnia hiperóxica, dano no epitélio bronquial e, diminuição da eficácia do epitélio ciliar e da função bactericida bronquial⁽⁴⁰⁾.

A oferta de O_2 na AE é por curto período de tempo, porém Phillips et al⁽⁴¹⁾ relataram marcadores respiratórios de estresse oxidativo em voluntários normais, mesmo ao respirar O_2 suplementar com FiO_2 de apenas 28% por 30 min. E Valença et al⁽³⁹⁾ em pulmão de ratos, aumento do número de macrófagos e neutrófilos concomitante ao aumento do dano oxidativo em 10 min de exposição à FiO_2 de 100%. Esses achados reforçam a importância de se estudar métodos de hiperoxigenação com oferta inferior a 100%.

A última Diretriz da *American Association for respiratory Care (AARC)*⁽¹⁾ recomenda a oferta de 100%, especialmente em casos de hipoxemia prévia à AE. Entretanto, deve ser ainda investigado a real necessidade da hiperoxigenação a 100%, já que ofertas inferiores, com 20% e 50% ou até mesmo a não suplementação, foram capazes de evitar a hipoxemia durante AE^(1, 2, 6, 10, 42).

Formulamos as hipóteses de que a hiperoxigenação com FiO_2 de 20% acima da basal seja tão efetiva em evitar o prejuízo da oxigenação quanto à hiperoxigenação com 100%, e que a AESA ocasiona prejuízo na ventilação pulmonar, ou seja, no padrão de eliminação de CO_2 , independente do nível de oxigênio ofertado.

O objetivo deste estudo foi avaliar se a hiperoxigenação com FiO_2 de 20% acima da basal evita a hipoxemia comparado a oferta de FiO_2 à 100%, além de determinar o impacto da AESA na ventilação pulmonar de pacientes críticos em suporte ventilatório mecânico.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Desenho do estudo

Ensaio clínico, prospectivo, cruzado, uni-cego, com randomização por sorteio simples com intervenções sequenciais em envelopes opacos: Hiperoxigenação com 20% acima da FiO_2 basal (FiO_2 20%) e Hiperoxigenação com FiO_2 100% (FiO_2 100%) no procedimento de AESA. Para eliminar efeitos residuais (*carryover*) do tratamento anterior, foi incluído um período mínimo de intervalo (*washout*)⁽⁴³⁾ de 5 horas entre as intervenções.

2.2.2 Amostra

Este estudo foi conduzido na Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) adulto da Santa Casa de Misericórdia de Batatais – SP, no período de junho de 2013 a maio de 2015. Foram selecionados 78 pacientes com condições clínicas e cirúrgicas diversas, de ambos os sexos.

2.2.3 Critérios de inclusão e exclusão

Após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelo familiar mais próximo, foram incluídos pacientes submetidos à intubação orotraqueal e em ventilação mecânica por mais de 12 horas, com estabilidade hemodinâmica, uso ou não de sedativos e com necessidade de AE de acordo com os critérios preconizados pela AARC⁽¹⁾.

Foram excluídos os indivíduos sob uso de altas doses de aminas vasopressoras e/ou apresentando arritmias cardíacas graves; instabilidade hemodinâmica com pressão arterial

média (PAM) < 60mmHg; impossibilidade de monitorização adequada da SpO₂; valor de hemoglobina (Hb) inferior a 7g/dL; FiO₂ basal maior que 0,6 (60%); necessidade de PEEP maior que 10cmH₂O; fraturas de costelas; presença de dreno de tórax; broncoespasmo grave; pneumotórax não drenado, casos de hipertensão intracraniana, distúrbios hemorrágicos, graus acentuados de refluxo gastroesofágico; doença pulmonar bolhosa; doença pulmonar unilateral; uso de traqueostomia, pico de pressão > 35cmH₂O, pressão venosa central (PVC) < 6mmHg e ausência dos critérios de indicação do procedimento de AE. Dos 78 pacientes recrutados para o estudo 10 foram excluídos e 68 pacientes concluíram o protocolo. Os detalhes constam no “CONSORT” (*Consolidated Standards of Reporting Trials*) do fluxo de pacientes do estudo, que pode ser visto na Figura 1.

2.2.4 Considerações éticas

O estudo foi aprovado, pelo Comitê de Ética Médica da Santa Casa de Batatais- SP e pela base nacional e unificada de registros de pesquisas envolvendo seres humanos (Plataforma Brasil - Sistema CEP/Conep) sob o parecer 006232/2013 e CAAE:11354813.1.0000.5504 (Anexo C). O representante legal do paciente foi previamente esclarecido sobre o objetivo e delineamento do estudo, permitindo a sua participação assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (Apêndice C). O estudo foi submetido e aprovado no *ClinicalTrials.gov* - ID: 11354813.1.0000.5504- NCT02440919 (Anexo D).

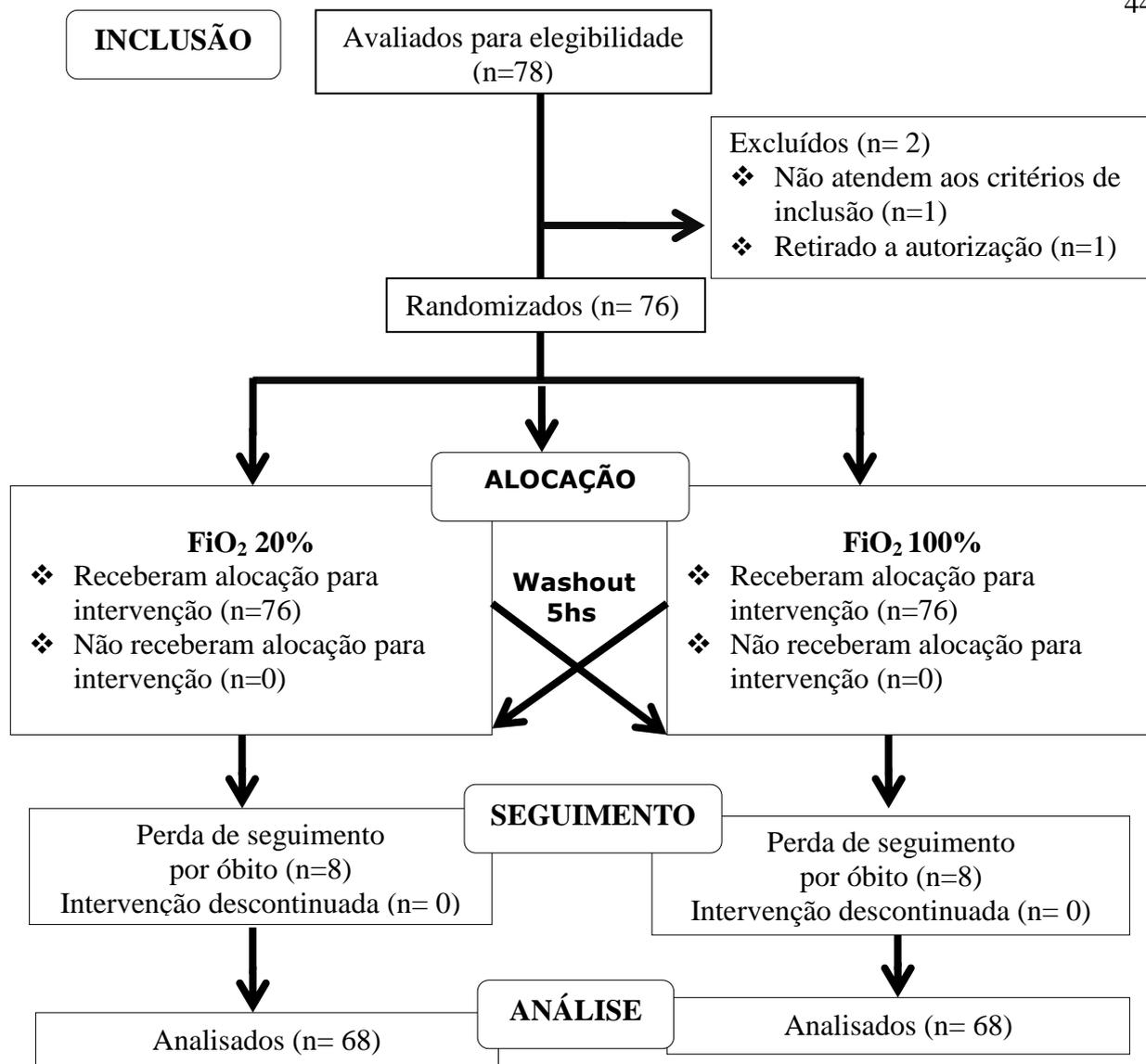


Figura 1. Diagrama CONSORT - Fluxo de pacientes do estudo.

2.2.5 Procedimentos

Todos os pacientes que participaram do estudo foram ventilados no ventilador mecânico (VM) *Dixtal 3012*[®], nos modos ventilatórios: ventilação com volume controlado (VCV), ventilação mandatória intermitente sincronizada com volume controlado (SIMV-VCV) e ventilação com suporte de pressão com volume corrente garantido (PSV com Vt_G). Após checar todos os critérios de inclusão, os pacientes foram randomizados e alocados nas intervenções.

Nas duas intervenções, os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal por 20 min, com cabeceira a 40 graus, antes das medidas de linha de base e realização do procedimento de AESA.

2.2.5.1 Aspiração Endotraqueal com sistema aberto - Executada por meio de sonda de aspiração descartável, de cloreto de polivinil (CPV) atóxico, siliconado, estéril, com orifício lateral e final, tamanho de número 12 Fr com 4,0 mm de diâmetro externo⁽⁴⁴⁾ e válvula de controle de sucção (Embramed[®]), para tubos endotraqueais (TET) de 7,0 a 8,5 mm. O cateter foi introduzido até encontrar resistência e retirado de 2 a 3 cm com uma pressão negativa de aproximadamente 150 mmHg^(14, 45), aplicada por 15 s com movimentos circulares e intervalo de 60 s entre 5 inserções realizadas, seguindo as recomendações da última diretriz de AE da AARC⁽¹⁾.

2.2.5.2 Técnica de Hiperoxigenação - No ventilador *Dixtal* 3012[®], na hiperoxigenação 20%, a FiO₂ foi elevada a 20% acima da basal do paciente e na hiperoxigenação 100% elevada para 100%, 1min antes de cada um dos 5 procedimentos de AESA, e após 1min do procedimento.

2.2.6 Coleta de dados

Após 20 min do posicionamento em decúbito dorsal, com cabeceira a 40 graus, insuflava-se o *cuff* (balonete do TET) em 24 cmH₂O, com um medidor de pressão de *cuff* (*Ambu*[®]), e iniciava-se a coleta das variáveis: tamanho do tubo, nível de consciência, nível de sedação de droga vasoativa, indicações para o procedimento de AESA, modo ventilatório, parâmetros ventilatórios e níveis de Hb (Hemoglobina) na condição basal, pré AESA em ambas as intervenções. As intervenções foram realizadas pelo pesquisador e um fisioterapeuta, sendo observado e, anotado a ocorrência de complicações durante ou após o procedimento, tais como: vômito, trauma, arritmia e broncoespasmo.

Para mensuração da SpO₂ utilizou-se a oximetria de pulso do monitor multiparamétrico DX-2023 (*Dixtal*[®]) com o sensor de dedo (*Dixtal*[®]) colocado na extremidade de um dos membros superior ou sensor de lóbulo de orelha (*Dixtal*[®]). Para as variáveis de capnografia volumétrica (CV) foi usado o VM *Dixtal* 3012[®], com monitor de CV (*Capnostat 5-Respironics Inc-Novametrix*[®]) com sensor de fluxo principal ou

mainstream. Foram coletadas as variáveis: Relação entre o espaço morto e o volume corrente (V_d/V_t), volume do espaço morto anatômico de cada respiração (V_d), Volume corrente de CO_2 (V_tCO_2), Volume Alveolar (V_a), Volume minuto Alveolar (V_a min), Eliminação de CO_2 por minuto corrigido em condição padrão, temperatura $0^\circ C$, pressão 760mmHg, a seco (VCO_2 -STPD), Pressão parcial mista expirada de CO_2 ($PeCO_2$) e CO_2 ao final da expiração ($ETCO_2$) e, o volume corrente exalado (V_t exalado) foi obtido pelo cálculo do V_d/V_t e V_d . As medidas dos sinais vitais: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e Pressão arterial média (PAM) foram obtidas do monitor multiparamétrico DX-2023 (*Dixtal*[®]). Todas as variáveis foram monitorizadas no procedimento de AESA: antes (linha de base) e imediatamente após e 30 min após intervenção. A SpO_2 além desses momentos também foi monitorada continuamente em ambas as intervenções: 1min após ajuste de O_2 , 1min após cada um dos 5 procedimentos de AESA, 1min e 2 min após retirada do ajuste de O_2 .

Após o término das coletas dos dados os pacientes recebiam cuidados fisioterapêuticos, médicos e de enfermagem de rotina da unidade.

2.2.7 Análise dos dados

Uma amostra com 23 sujeitos era necessária para um poder de 80% considerando $\alpha=5\%$ (*bi-caudal*), obtida por cálculo do tamanho amostral realizado com as variáveis SpO_2 e $ETCO_2$, de um estudo piloto com 25 pacientes. Os dados foram inicialmente analisados com o teste de *Kolmogoro-Smirnov*, sendo aceita a aproximação para a distribuição normal, validando assim um procedimento paramétrico. Para verificar a existência ou não de diferença significativa entre os diferentes modos de ventilação, foram caracterizados como populações independentes utilizando-se análise de variância *One-way*, verificando-se as variáveis com possibilidade de serem agrupadas. E para a existência ou não de diferença significativa, utilizou-se *Test t Student* pareado para comparação intergrupos nos momentos pré, pós imediato e 30 min pós e intragrupo para comparação dos

momentos pós- imediato e 30min pós com a linha de base. Para a variável SpO₂ também foi utilizada para as 4 medidas durante os 5 procedimentos de AE a análise de variância por medidas repetidas (ANOVA) com *post-hoc* de *Bonferroni*. Para as variáveis que caracterizavam a amostra na condição basal que não apresentaram distribuição normal, foi utilizado o *teste de Wilcoxon pareado*. Os resultados foram descritos em média \pm desvio-padrão (DP) e mediana e o nível de significância de $p < 0,05$ foi fixado para todas as análises usando o SPSS para Windows versão 17.0.

2.3 RESULTADOS

A idade média dos 68 pacientes avaliados foi de $68,0 \pm 15,6$ anos. Todos cumpriram adequadamente os critérios de inclusão e, nenhum apresentou broncoespasmo ou arritmias durante a AESA. As características e condições basais da amostra estudada estão descritas na Tabela 1 e Tabela 2.

A causa de VM foi predominantemente respiratória, principalmente devido à doença pulmonar obstrutiva Crônica (DPOC) e insuficiência respiratória aguda (IRA) por pneumonia. O tempo de ventilação mecânica foi de $12,0 \pm 11,7$ dias com um tempo de internação $15,9 \pm 13,2$. O escore APACHE II (*Acute Physiologic and Chronic Health Evaluation*) na internação foi $23,0 \pm 8,4$ e após 48 horas $23,9 \pm 8,1$, apontando risco médio estimado de morte de 41 a 49,7% e a mortalidade observada foi de 54% (37), com uma taxa de alta da UTI de 46% (31).

Após a primeira análise estatística, as variáveis SpO₂, FC e PAM, puderam ser agrupadas por modo ventilatório e foram analisadas na população total de 68 pacientes e as variáveis de CV e a FR que não puderam ser agrupadas, foram analisadas nos 45 pacientes ventilados em modo VCV.

Comportamento das variáveis cardiorrespiratórias na AESA

Na comparação intragrupo das intervenções FiO₂ 20% e 100%, verificou-se aumento significativo na FC ($p=0,000$ e $p=0,002$) e na PAM ($p=0,000$ e $p=0,001$) e manutenção da

FR no pós imediato da AESA. Na comparação intergrupos não foi observado diferenças significativas nestas variáveis (Tabela 3).

Tabela 1. Características demográficas dos 68 pacientes estudados

Variável	Número	%
Gênero		
Feminino	27	39,7
Masculino	41	60,3
Tubo endotraqueal		
7,0 mm	1	1,5
7,5 mm	17	25
8,0 mm	40	58,8
8,5 mm	10	14,7
Causas da Intubação		
Respiratória	31	45,6
Cardíaca	15	22,1
Neurológica	8	11,8
Cirúrgica (Abdominal e ortopédica)	4	5,8
Choque séptico	5	7,4
Choque misto	4	5,8
Choque hipovolêmico	1	1,5
Modo de ventilação		
Ventilação com volume controlado (VCV)	45	66,1
Ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV-VCV)	15	22,1
Ventilação espontânea (PSV+ VT _G)	8	11,8

Tabela 2. Comparação de condições basais dos pacientes nas duas intervenções (n=68)

	Hiperoxigenação		p
	FiO ₂ 20%	FiO ₂ 100%	
Hb	10,8 (7,2 - 21,9)	10,90 (7,2 - 22,0)	0,789
FiO₂	30,0 (25,0- 50,0)	30,0 (21,0- 60,0)	0,473
PEEP	7,0 (5,0- 10,0)	6,5 (5,0- 10,0)	0,091
PmVA	10,75 (6,3- 19,30)	10,10 (6,5- 20,0)	0,521
PaO₂/ FiO₂	262,5 (75,0- 604,0)	287,5 (103,3- 604,0)	0,706

Hb: Hemoglobina ; **Ht:** hematócrito; **FiO₂:** Fração inspirada de oxigênio; **PEEP:** Pressão positiva no final da expiração; **PmVA:** Pressão média das vias aéreas; **PaO₂/ FiO₂:** Relação entre a pressão arterial de oxigênio e a fração inspirada de oxigênio. Teste de Wilcoxon pareado. Dados expressos em mediana (mínimo-máximo).

Comportamento da SpO₂ na AESA

A análise intragrupo mostrou aumento significativo na SpO₂ nas intervenções FiO₂ 20% e 100% no pós-imediato comparado com a linha de base (p=0,000 e p=0,000; Tabela 3). A *Figura 1* mostra a análise contínua, onde houve manutenção dos valores durante os 5 procedimentos de AESA. Comparação com a linha de base em ambas as intervenções mostraram aumento significativo para os momentos 1min da hiperoxigenação e 1min após término (p=0,000 e p=0,000). E da linha de base para o pós 2 min, aumento significativo

somente na intervenção 20% ($p=0,000$). Diferença significativa intergrupos foi encontrada pós hiperoxigenação ($p=0,000$) e, em todos os pontos medidos entre os 5 procedimentos de AESA ($p=0,001$; $p=0,01$; $p=0,000$; $p=0,000$), no pós imediato ($p=0,015$) e 1min após ($p=0,000$). Não houve diferença nos valores da linha de base, 2 min pós e 30 min pós.

Tabela 3. Comportamento da FC, PAM, FR e SpO₂

Variáveis	Hiper Oxigenação	Pré	Pós-imediato	30' pós	Valor de p ‡	Valor de p ‡
					Pré X Pós	Pré X 30' pós
FC (bpm) (n=68)	FiO ₂ 20%	93,9±19,7	98,8±20,9	90,5±21,4	0,000‡	0,113
	FiO ₂ 100%	91,9±17,6	95,9±19,4	94,2±18,8	0,002‡	0,057
	p†	0,335	0,149	0,170		
PAM (mmHg) (n=68)	FiO ₂ 20%	85,9±15,1	91,8±17,4	86,2±16,9	0,000‡	0,850
	FiO ₂ 100%	87,2±20,2	91,7±22,9	84,9±18,4	0,001‡	0,116
	p†	0,537	0,947	0,496		
FR (rpm) (n=45)	FiO ₂ 20%	15,5±4,2	15,9±4,8	15,1±3,5	0,450	0,144
	FiO ₂ 100%	15,9±4,7	15,3±4,9	15,2±4,8	0,235	0,135
	p†	560	0,426	0,91		
SpO ₂ (%) (n=68)	FiO ₂ 20%	95,7±3,3	97,4±2,7	97,0±2,7	0,000‡	0,244
	FiO ₂ 100%	95,0±3,3	98,0±2,7	95,6±3,1	0,000‡	0,144
	p†	0,326	0,015†	0,385		

FC: frequência cardíaca; **PAM:** Pressão arterial média, **FR:** Frequência respiratória; **SpO₂:** Saturação periférica de oxigênio. Teste t *Student* pareado para comparação intragrupo: p‡ (pré e pós imediato) e P§ (pré e pós 30 min) e † para comparação intergrupos.

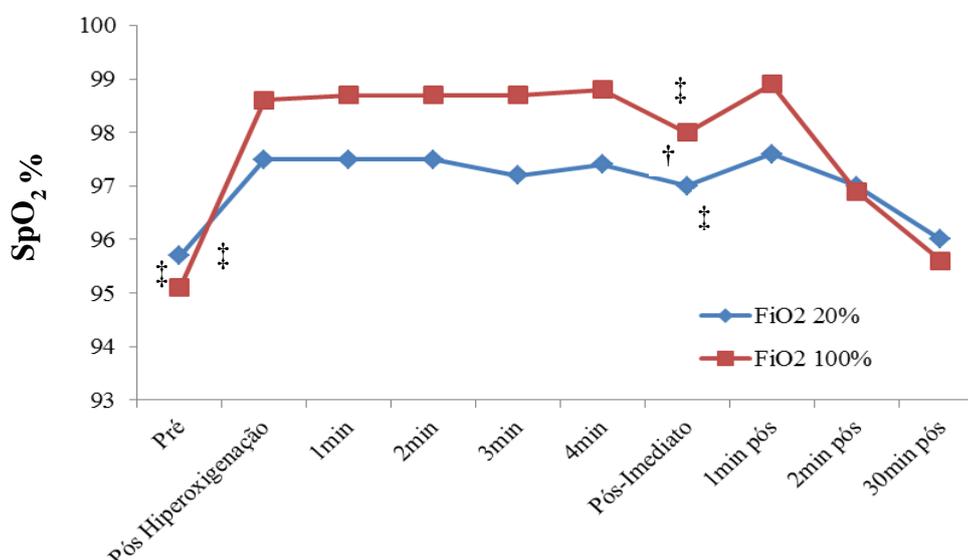


Figura 2. Comportamento da SpO₂ antes e após a AESA em diferentes pontos do tempo com FiO₂ de 20% e FiO₂ de 100%. Comparação intragrupo: p‡ (pré e pós imediato) e † comparação intergrupos.

Ventilação Pulmonar na AESA

Os 45 pacientes analisados para este desfecho estavam em modo VCV, sedados com fentanila e midazolam com Ramsey de $5\pm 1,15$. Verificou-se aumento significativo no pós imediato, no ETCO₂ ($p=0,000$ e $p=0,000$) na PeCO₂ ($p=0,015$ e $p=0,005$) nas intervenções

FiO₂ 20% e 100% e, no VtCO₂ somente na FiO₂ 20% (p= 0,000). O VCO₂ aumentou no pós- imediato nas intervenções FiO₂ 20% e 100%, porém sem significância estatística (p=0,064 e p=0,446). A Va min e Vt exalado, redução no pós-imediato, porém sem significância estatística (p=0,405 e p=0,876); (p=0,675 e p=0,865); (p=0,168 e p=0,304), respectivamente. A avaliação 30 minutos após AESA mostrou que todas as variáveis estudadas não apresentaram diferenças significativas dos valores pré-intervenção. Na comparação intergrupos foi detectada diferença no ETCO₂ e na PeCO₂ no momento pós imediato. E não ocorreram mudanças significativas no Vd e Vd/Vt nas análises intergrupos e intragrupos (**Tabela 4 e Figura 2**).

Tabela 4. Comportamento das variáveis da capnografia volumétrica

Variáveis (n=45)	Intervenção	Pré	Pós-imediato	30' pós	Valor de p‡ Pré X Pós	Valor de p§ Pré X 30' pós
ETCO ₂ (mmHg)	FiO ₂ 20%	40,3±10,8	42,5±11,0	39,4±10,2	0,000‡	0,173
	FiO ₂ 100%	39,6±11,6	42,2±11,3	40,2±10,3	0,000‡	0,488
	p†	0,629	0,038†	0,449		
PeCO ₂ (mmHg)	FiO ₂ 20%	22,5±6,1	23,8±6,5	22,3±6,7	0,015‡	0,738
	FiO ₂ 100%	22,0±6,1	23,1±6,7	22,4±5,9	0,005‡	0,320
	p†	0,425	0,349	0,932		
VtCO ₂ (mL)	FiO ₂ 20%	14,7±5,6	16,5±7,0	15,4±5,9	0,000‡	0,230
	FiO ₂ 100%	14,5±6,3	15,1±6,5	14,9±6,0	0,339	0,575
	p†	0,732	0,033†	0,516		
VCO ₂ (mL/min)	FiO ₂ 20%	194,4±83,1	214,4±8,5	200,1±68,9	0,064	0,502
	FiO ₂ 100%	192,7±87,5	202,1±96,6	198,5±69,4	0,446	0,672
	p†	0,059	0,074	0,859		
Va (mL)	FiO ₂ 20%	285,1±108,0	275,5±103,2	293,7±104,2	0,405	0,474
	FiO ₂ 100%	266,5±134,0	268,8±105,3	274,5±113,2	0,876	0,576
	p†	0,250	0,616	0,233		
Va min (L/min)	FiO ₂ 20%	4,2±1,7	4,1±1,6	4,2±1,3	0,675	0,983
	FiO ₂ 100%	4,4±2,4	4,3±2,0	4,0±1,6	0,865	0,257
	p†	0,641	0,577	0,471		
Vt exalado (mL)	FiO ₂ 20%	485,1±172,2	456,7±134,1	488,0±124,1	0,168	0,900
	FiO ₂ 100%	516,7±345,7	464,5±124,9	475,1±135,5	0,304	0,434
	p†	0,548	0,596	0,487		
Vd (mL)	FiO ₂ 20%	186,1±54,5	189,2±56,5	189,0±64,2	0,524	0,668
	FiO ₂ 100%	212,7±157,7	191,4±52,9	194,7±57,4	0,359	0,433
	p†	0,207	0,761	0,564		
Vd/Vt	FiO ₂ 20%	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,092	0,329
	FiO ₂ 100%	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,959	0,926
	p†	0,246	0,813	0,121		

ETCO₂: CO₂ ao final da expiração; **PeCO₂**: Pressão parcial média de CO₂ expirado; **VtCO₂**: Volume corrente de CO₂; **VCO₂** (STPD): Eliminação de CO₂ por minuto corrigido (condições padrão, temperatura 0°C, pressão 760mmHg, a seco); **Va**: Volume Alveolar; **Va min**: Volume minuto Alveolar; **Vt exalado**: volume corrente exalado; **Vd**: Volume do espaço morto em série ou anatômico de cada respiração, **Vd/Vt**: Relação entre o espaço morto em série e o volume corrente. Teste t *Student* pareado para comparação intragrupo: p‡ (pré e pós imediato) e p§ (pré e pós 30 min) e † para comparação intergrupos.

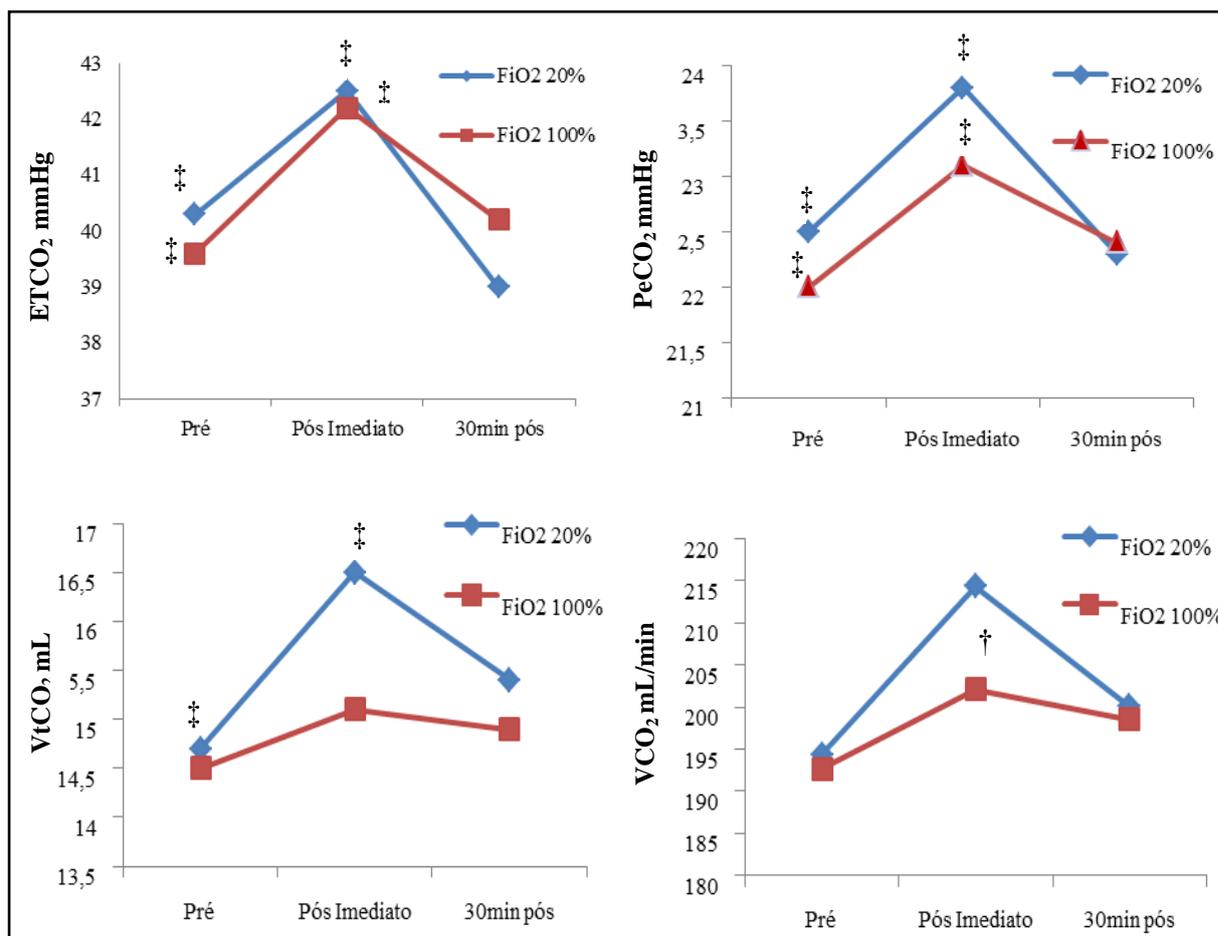


Figura 3. Comportamento no ETCO₂, PeCO₂, VtCO₂ e VCO₂ antes e após a AESA em diferentes pontos do tempo com FiO₂ 20% e FiO₂100. Comparação intragrupo: p‡ (pré e pós imediato) e † comparação intergrupos.

2.4 DISCUSSÃO

Este estudo avaliou na AESA, os efeitos da hiperoxigenação com FiO₂ de 20% e 100% e o prejuízo à ventilação pulmonar por meio das variáveis de CV. Verificou-se que o método de hiperoxigenação com FiO₂ de 20% acima da basal em pacientes com FiO₂ prévia ≤ 60% é tão efetivo em manter a SpO₂, quanto o método de hiperoxigenação a 100%, usado de rotina na prática clínica. Confirmamos também o prejuízo transitório da ventilação, relatado em estudos prévios com AESA^(6, 14, 16, 18, 22, 23, 46), denotando a importância de estratégias protetoras do volume pulmonar. Em desenho de estudo semelhante Diniz et al⁽⁴⁷⁾ utilizaram hiperoxigenação 50% versus 100% sem associação a outras técnicas na AESA, como realizado no presente estudo e também verificaram a efetividade da hiperoxigenação com 50% em prevenir a hipoxemia em pacientes de uma UTI.

Resultados semelhantes foram previamente encontrados por Rogge et al⁽⁴⁸⁾, que usaram hiperoxigenação com 20% versus 100% associada a hiperinsuflação pulmonar (HM), em uma amostra de 11 pacientes com DPOC. E por Souza et al⁽⁴⁹⁾ em 30 pacientes críticos, comparando a hiperoxigenação com 20% versus FiO₂ basal associadas à fisioterapia respiratória convencional e HM.

No atual estudo a hiperoxigenação com 100% na AESA, mostrou valores significativamente maiores de SpO₂, porém na hiperoxigenação de 20% acima da FiO₂ basal a SpO₂ se manteve $\geq 95\%$ durante todo o procedimento. Fernandez et al⁽¹⁴⁾ observaram efeito semelhante na SpO₂, com valores $\geq 97\%$, usando hiperoxigenação com 100% ou FiO₂ basal com AESA, sistema fechado (SF) e quase-fechado em pacientes com insuficiência respiratória leve a moderada. E Mohammadpour et al⁽¹¹⁾ em pacientes pós revascularização do miocárdio, usaram hiperoxigenação de 100%, comparando AESA versus SF e encontraram SpO₂ ligeiramente maior no grupo SF, porém sem diferença estatisticamente significativa.

Jubran⁽⁵⁰⁻⁵²⁾ descreve que a SpO₂ > 92%, corresponde a um nível satisfatório de oxigenação em pacientes ventilados mecanicamente e que os limites entre 92 e 94% são alvos para evitar SaO₂ < 90%, que corresponde à hipoxemia leve. Corroborando com os achados de Carruthers e Harrison⁽⁵³⁾ que descartaram insuficiência respiratória com SpO₂>92% em pacientes com asma aguda grave. Entretanto, Seguin et al⁽⁵⁴⁾ detectaram ausência de hipoxemia apenas com valores de SpO₂ $\geq 96\%$, em pacientes criticamente enfermos sob VM. E Torsani et al⁽⁵⁵⁾ relataram que a SpO₂ entre 88 a 92%, é normalmente aceita como ideal na prática clínica de pacientes críticos. No entanto, recentemente os achados de Ghayumi et al⁽⁵⁶⁾, em uma amostra de 390 pacientes, revelaram que a SpO₂ $\geq 94\%$ é substituto confiável da medida de gasometria arterial para avaliar a hipoxemia, devendo ser limitada para aqueles com SpO₂ < 94%.

Com base nesses achados podemos dizer que no presente estudo, a hiperoxigenação com FiO_2 de 20% acima da basal evitou hipoxemia durante a AESA.

Em relação ao prejuízo da ventilação pulmonar durante a AE, estudos têm mostrado que o SF é protetor quanto às perdas substanciais do volume pulmonar^(6, 14, 16). No estudo de Mohammadpour et al⁽¹¹⁾ foi evidenciado discreto aumento na PaCO_2 , porém mais significativo na AESA em comparação com SF, ambos com hiperoxigenação de 100%. No presente estudo observou-se prejuízo da ventilação com AESA pelo aumento do ETCO_2 e da PeCO_2 imediatamente após a AESA, independente do método de hiperoxigenação.

Maggiore et al⁽²¹⁾ também compararam AESA com o SF associando a manobra de recrutamento e, verificaram que o SF minimizou os prejuízos no volume pulmonar, no recrutamento alveolar e na mecânica respiratória em pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA). Esses resultados também foram verificados por Fernandez et al⁽¹⁴⁾, em pacientes sem doença pulmonar grave, por meio da pletismografia de indutância, na qual observaram transitoriedade desses prejuízos, com uma taxa de recuperação do volume pulmonar após 10 min, com ou sem hiperoxigenação. O mesmo resultado foi verificado por Corley et al⁽¹⁸⁾ em pacientes pós cirurgia cardíaca, pela tomografia de impedância elétrica. Entretanto, o SF em comparação com AESA, apresentou uma recuperação mais lenta do volume pulmonar no fim da expiração (VPFE), não sendo considerado pelos autores como protetor dos volumes pulmonares. Porém, verificaram em estudo posterior que a recuperação mais lenta ocorrera devido a ausência de uma válvula entre o circuito do ventilador e o cateter de aspiração do SF⁽²²⁾.

Os resultados do presente estudo mostraram em pacientes sob modo VCV, um aumento do VCO_2 e VtCO_2 em ambos os métodos de hiperoxigenação, com aumento significativo somente do VtCO_2 na hiperoxigenação com 20%. Este achado pode estar relacionado ao desrecrutamento durante AESA e o despertar do paciente durante o procedimento, os quais podem ocasionar estresse e ventilação compensatória. Savian et al⁽³²⁾

também encontraram aumento do VCO_2 durante desrecrutamento pulmonar na aplicação de HM em pacientes sob modalidade SIMV e modos espontâneos, assim como Corley et al⁽²²⁾ que evidenciaram um significativo aumento do volume pulmonar e transtornos para a ventilação normal em pacientes sob SIMV-VCV durante HM.

No presente estudo não foram comparados modos ventilatórios, todos os pacientes analisados estavam em VCV, sendo observado redução na V_a min e no V_t exalado, porém sem significância estatística em ambas as intervenções. Liu et al⁽⁴⁴⁾ verificaram em pacientes com IRA, prejuízo nas trocas gasosas e na mecânica respiratória na AESA em ambos os modos PCV ou VCV. Porém, os efeitos nas trocas gasosas foram mais intensos e mais duradouros em PCV do que em VCV.

A CV é especialmente sensível aos problemas que afetam a eficiência da ventilação para a troca gasosa⁽²⁷⁾. Briassoulis et al⁽⁵⁷⁾ não encontraram alterações significativas na mecânica pulmonar utilizando monitores metabólicos compactos, que mostraram registros espirométricos e de índices metabólicos confiáveis antes e após AE. Em pacientes com SDRA em VM, a CV mostrou medidas tão precisas do V_d/V_t como as obtidas por técnica com monitor metabólico⁽²⁶⁾. No atual estudo também foi evidenciado com a CV que a AESA não alterou significativamente o V_d e nem o V_d/V_t .

Neste estudo também se confirmou a transitoriedade das mudanças ventilatórias, avaliando o retorno à linha de base em 30 min. Vários estudos prévios verificaram o restabelecimento da mecânica respiratória e de trocas gasosas com resultados variando entre 3 à 30 min^(11, 12, 32-34, 44, 47, 58).

Nossos resultados mostraram também aumento significativo da FC e PAM no pós-imediato da AESA como relatado em vários estudos^(8, 11, 19, 32). Entretanto, mesmo que significativos, foram discretos e não representaram riscos ou impacto clínico.

Vale a pena ressaltar que os resultados deste estudo não devem ser extrapolados para pacientes com SDRA e, que para minimizar os efeitos prejudiciais da AESA é

imprescindível além da hiperoxigenação, seguir as outras recomendações das diretrizes de AE, tais como: indicação precisa, cateter apropriado, tempo entre as aspirações, pressão de vácuo, número de procedimentos e estratégia protetora do desrecrutamento, tornando a técnica viável e segura^(1, 2, 4, 45).

As limitações deste estudo são inerentes ao desenho do estudo, apesar de não ter sido encontrado diferenças significativas na linha de base das intervenções; ao tipo de amostra, pois uma população de pacientes com características clínicas mais homogêneas possibilitaria uma melhor interpretação dos resultados.

Investigações adicionais se fazem necessárias, comparando diferentes modos ventilatórios e estratégias protetoras do volume pulmonar durante e após a AESA, assim como o impacto da relação do diâmetro do cateter de aspiração e o tubo endotraqueal nas perdas de volume durante a AESA.

2.5 CONCLUSÃO

Até o momento este é o primeiro estudo de nosso conhecimento, que demonstrou que a hiperoxigenação com FiO_2 de 20% acima da basal sem associação de outras técnicas, durante a AESA, é tão efetiva quanto o método de hiperoxigenação a 100% em evitar a hipoxemia em pacientes críticos em suporte ventilatório mecânico. Confirmou-se também por meio da análise da capnografia volumétrica a ocorrência de alterações transitórias na ventilação pulmonar na AESA, sendo possível observar neste estudo, a reversibilidade em 30 min.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Association for Respiratory Care - AARC. AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010. *Respiratory Care* 2010;55(6):758-64.
2. Maggiore SM, Lellouche F, Pignataro C, Girou E, Maitre B, Richard JC, et al. Decreasing the adverse effects of endotracheal suctioning during mechanical ventilation by changing practice. *Respiratory Care* 2013;58(10):1588-97.
3. Raut MS, Joshi S, Maheshwari A. Stuck suction catheter in endotracheal tube. *Indian journal of critical care medicine: peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine* 2015;19(2):113-5.
4. Chaseling W, Bayliss S-L, Rose K, Armstrong L, Boyle M, Caldwell J, et al. Suctioning an Adult ICU patient with an artificial airway. Agency for Clinical Innovation NSW Government Version 2 Chatswood, NSW, Australia 2014;33.
5. Guglielminotti J, Desmots JM, Dureuil B. Effects of tracheal suctioning on respiratory resistances in mechanically ventilated patients. *Chest* 1998;113(5):1335-8.
6. Tingay DG, Copnell B, Grant CA, Dargaville PA, Dunster KR, Schibler A. The effect of endotracheal suction on regional tidal ventilation and end-expiratory lung volume. *Intensive Care Medicine* 2010;36(5):888-96.
7. Sackner MA. Letter: Tracheobronchial suction catheters. *Chest* 1976;70(2):318-20.
8. Seymour CW, Cross BJ, Cooke CR, Gallop RL, Fuchs BD. Physiologic impact of closed-system endotracheal suctioning in spontaneously breathing patients receiving mechanical ventilation. *Respiratory Care* 2009;54(3):367-74.
9. Bourgault AM, Brown CA, Hains SM, Parlow JL. Effects of endotracheal tube suctioning on arterial oxygen tension and heart rate variability. *Biol Res Nurs* 2006;7(4):268-78.
10. Brown SE, Stansbury DW, Merrill EJ, Linden GS, Light RW. Prevention of suctioning-related arterial oxygen desaturation. Comparison of off-ventilator and on-ventilator suctioning. *Chest* 1983;83(4):621-7.
11. Mohammadpour A, Amini S, Shakeri MT, Mirzaei S. Comparing the effect of open and closed endotracheal suctioning on pain and oxygenation in post CABG patients under mechanical ventilation. *Iranian journal of Nursing and Midwifery Research* 2015;20(2):195-9.
12. Avena MJ, Carvalho WB, Beppu OS. Evaluation of oxygenation, ventilation and respiratory mechanics before and after endotracheal suction in mechanically ventilated children. *Revista da Associação Médica Brasileira* 2003;49(2):156-61.
13. Morrow B, Futter M, Argent A. Effect of endotracheal suction on lung dynamics in mechanically-ventilated paediatric patients. *The Australian Journal of Physiotherapy* 2006;52(2):121-6.

14. Fernandez MD, Piacentini E, Blanch L, Fernandez R. Changes in lung volume with three systems of endotracheal suctioning with and without pre-oxygenation in patients with mild-to-moderate lung failure. *Intensive Care Medicine* 2004;30(12):2210-5.
15. El Masry A, Williams PF, Chipman DW, Kratochvil JP, Kacmarek RM. The impact of closed endotracheal suctioning systems on mechanical ventilator performance. *Respiratory Care* 2005;50(3):345-53.
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;104(1):39-47.
17. 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. *Nursing and Midwifery Studies* 2014;3(2):e14097.
18. Corley A, Spooner AJ, Barnett AG, Caruana LR, Hammond NE, Fraser JF. End-expiratory lung volume recovers more slowly after closed endotracheal suctioning than after open suctioning: a randomized crossover study. *Journal of Critical Care* 2012;27(6):742 e1-7.
19. Ugras GA, Aksoy G. The effects of open and closed endotracheal suctioning on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure: a crossover, single-blind clinical trial. *The Journal of neuroscience nursing : Journal of the American Association of Neuroscience Nurses* 2012;44(6):E1-8.
20. Demir F, Dramali A. Requirement for 100% oxygen before and after closed suction. *Journal of Advanced Nursing* 2005;51(3):245-51.
21. Maggiore SM, Lellouche F, Pigeot J, Taille S, Deye N, Durrmeyer X, et al. Prevention of endotracheal suctioning-induced alveolar derecruitment in acute lung injury. *American journal of respiratory and critical care medicine* 2003;167(9):1215-24.
22. Corley A, Sharpe N, Caruana LR, Spooner AJ, Fraser JF. Lung volume changes during cleaning of closed endotracheal suction catheters: a randomized crossover study using electrical impedance tomography. *Respiratory Care* 2014;59(4):497-503.
23. Heinze H, Sedemund-Adib B, Heringlake M, Gosch UW, Eichler W. Functional residual capacity changes after different endotracheal suctioning methods. *Anesthesia and Analgesia* 2008;107(3):941-4.
24. Romero PV, Lucangelo U, Lopez Aguilar J, Fernandez R, Blanch L. Physiologically based indices of volumetric capnography in patients receiving mechanical ventilation. *The European Respiratory Journal* 1997;10(6):1309-15.
25. Bohm SH, Maisch S, von Sandersleben A, Thamm O, Passoni I, Martinez Arca J, et al. The effects of lung recruitment on the Phase III slope of volumetric capnography in morbidly obese patients. *Anesthesia and analgesia* 2009;109(1):151-9.
26. Kallet RH, Daniel BM, Garcia O, Matthay MA. Accuracy of physiologic dead space measurements in patients with acute respiratory distress syndrome using volumetric

capnography: comparison with the metabolic monitor method. *Respiratory Care* 2005;50(4):462-7.

27. Romero PV BL. Volumetric Capnography in Acute Respiratory Distress Syndrome. *Pulmão RJ* 2011;20 (1):37-41.

28. Veronez L, Pereira MC, da Silva SM, Barcaui LA, De Capitani EM, Moreira MM, et al. Volumetric capnography for the evaluation of chronic airways diseases. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 2014;9:983-9.

29. Veronez L, Moreira MM, Soares ST, Pereira MC, Ribeiro MA, Ribeiro JD, et al. Volumetric capnography for the evaluation of pulmonary disease in adult patients with cystic fibrosis and noncystic fibrosis bronchiectasis. *Lung* 2010;188(3):263-8.

30. Moreira MM, Terzi RG, Cortellazzi L, Falcao AL, Moreno H, Jr., Martins LC, et al. Volumetric capnography: in the diagnostic work-up of chronic thromboembolic disease. *Vascular Health and Risk Management* 2010;6:317-9.

31. Nuckton TJ, Alonso JA, Kallet RH, Daniel BM, Pittet JF, Eisner MD, et al. Pulmonary dead-space fraction as a risk factor for death in the acute respiratory distress syndrome. *The New England Journal of Medicine* 2002;346(17):1281-6.

32. 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: the Journal of Critical Care* 2006;35(5):334-41.

33. Ahmed F, Shafeeq AM, Moiz JA, Geelani MA. Comparison of effects of manual versus ventilator hyperinflation on respiratory compliance and arterial blood gases in patients undergoing mitral valve replacement. *Heart & Lung: the Journal of Critical Care* 2010;39(5):437-43.

34. Choi JS, Jones AY. Effects of manual hyperinflation and suctioning in respiratory mechanics in mechanically ventilated patients with ventilator-associated pneumonia. *The Australian Journal of Physiotherapy* 2005;51(1):25-30.

35. Clement AJ, Hubsch SK. Chest physiotherapy by the 'bag squeezing' method: a guide to technique. *Physiotherapy* 1968;54(10):355-9.

36. 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. *Physiotherapy research international : the Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy* 2002;7(2):100-8.

37. Oh H, Seo W. A meta-analysis of the effects of various interventions in preventing endotracheal suction-induced hypoxemia. *Journal of Clinical Nursing*. 2003;12(6):912-24.

38. Lopes CR SA, Simões MDJ, Angelis MA, Oliveira NML. Efeitos agudos da ventilação mecânica com hiperoxia na morfometria do diafragma de ratos. *Rev Bras Fisioter* 2009;13(6):487-92.

39. Valença S, Kloss ML, Bezerra FS, Lanzetti M, Silva FL, Porto LC. Efeitos da hiperóxia sobre o pulmão de ratos Wistar. *J Bras Pneumol* [online]2007;33(6): 655-662.
40. Gordo-Vidal F, Calvo-Herranz E, Abella-Alvarez A, Salinas-Gabina I. Hyperoxia-induced pulmonary toxicity. *Medicina Intensiva / Sociedad Espanola de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias* 2010;34(2):134-8.
41. Phillips M, Cataneo RN, Greenberg J, Grodman R, Gunawardena R, Naidu A. Effect of oxygen on breath markers of oxidative stress. *The European respiratory journal* 2003;21(1):48-51.
42. Jelic S, Cunningham JA, Factor P. Clinical review: airway hygiene in the intensive care unit. *Critical Care* 2008;12(2):209-18.
43. Dawson-Saunders B TR. *Basic & Clinical Biostatistics*. Paramount Publishing Business and Professional Group. 1994;2nd ed:14-44.
44. 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;6.
45. Yousefi H VJ, Yazdannik AR. Comparison of the effects of two levels of negative pressure in open endotracheal tube suction on the physiological indices among patients in intensive care units. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research* 2014;19(5):473-477.
46. Maggiore SM, Lellouche F, Pigeot J, Taille S, Deye N, Durmeyer X, et al. Prevention of endotracheal suctioning-induced alveolar derecruitment in acute lung injury. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2003;167(9):1215-24.
47. Diniz GCLM, Oliveira HMD, Arrais RCS, Pessoa BP, Figueiredo PHS. A utilização de FiO₂ inferior a 100% para hiperoxigenação de pacientes estáveis submetidos à aspiração endotraqueal. *ASSOBRAFIR Ciência* 2012; 3(1)45-56.
48. Rogge JA, Bunde L, Baun MM. Effectiveness of oxygen concentrations of less than 100% before and after endotracheal suction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Heart & lung : the Journal of Critical Care* 1989;18(1):64-71.
49. Souza TG, Araújo RK, Milani CM, Gardengh G. Comportamento das variáveis cardiorrespiratórias de pacientes em ventilação mecânica submetidos à aspiração traqueal sob diferentes níveis de fração inspirada de oxigênio. *Revista Eletrônica Saúde e Ciência* 2012;2(Artigo V):63-77.
50. Jubran A. Pulse oximetry. *Critical Care* 1999;3(2):R11-R7.
51. Jubran A, Tobin MJ. Reliability of pulse oximetry in titrating supplemental oxygen therapy in ventilator-dependent patients. *Chest* 1990;97(6):1420-5.
52. Jubran A. Advances in respiratory monitoring during mechanical ventilation. *Chest* 1999;116(5):1416-25.

53. Carruthers DM, Harrison BD. Arterial blood gas analysis or oxygen saturation in the assessment of acute asthma? *Thorax* 1995;50(2):186-8.
54. Seguin P, Le Rouzo A, Tanguy M, Guillou YM, Feuillu A, Malledant Y. Evidence for the need of bedside accuracy of pulse oximetry in an intensive care unit. *Critical Care Medicine* 2000;28(3):703-6.
55. Torsani VMJ, Costa ELV Monitorização na Insuficiência Respiratória Aguda. *Pneumologia Paulista* 2013;27(1):31-33.
56. Ghayumi SM, Khalafi-Nezhad A, Jowkar Z. Pulse oximeter oxygen saturation in prediction of arterial oxygen saturation in liver transplant candidates. *Hepatitis Monthly* 2014;14(4):e15449.
57. Briassoulis G, Briassoulis P, Michaeloudi E, Fitrolaki DM, Spanaki AM, Briassouli E. The effects of endotracheal suctioning on the accuracy of oxygen consumption and carbon dioxide production measurements and pulmonary mechanics calculated by a compact metabolic monitor. *Anesthesia and Analgesia* 2009;109(3):873-9.
58. Goodnough S. The effects of oxygen and hyperinflation on arterial oxygen tension after endotracheal suctioning. *Heart & lung : The Journal of Critical Care* 1985;14(1):11-7.

ESTUDO II

"Técnica PEEP- ZEEP e Concentração de Oxigênio Menor que 100% Durante
Aspiração Endotraqueal em Sistema Aberto:
Impacto na Oxigenação e Ventilação Pulmonar"

Manuscrito submetido ao *Journal of Critical Care* (Anexo B)

RESUMO

Contextualização: A técnica predominantemente usada para prevenção dos efeitos adversos da aspiração endotraqueal em sistema aberto (AESA), sobre a oxigenação e redução dos volumes pulmonares, tem sido a hiperoxigenação associada à hiperinsuflação, preferencialmente usando o ventilador mecânico. Entretanto, há poucas evidências sobre o impacto do uso de concentrações de oxigênio menores que 100% e da técnica de pressão expiratória final positiva - pressão expiratória final zero (PEEP-ZEEP) no aumento da oxigenação e manutenção da ventilação adequada durante a AESA. **Objetivo:** Analisar o comportamento da saturação periférica de oxigênio (SpO_2) e do dióxido de carbono (CO_2) exalado ao final da expiração ($ETCO_2$) na AESA, utilizando PEEP-ZEEP com FiO_2 basal versus PEEP-ZEEP associada a hiperoxigenação com FiO_2 de 20% acima da basal em pacientes ventilados mecanicamente. **Métodos:** Ensaio randomizado cruzado, realizado em uma unidade de terapia intensiva (UTI) adulto, com trinta e oito pacientes de ambos os sexos e idade superior a 18 anos, em ventilação mecânica, alocados em duas sequências de intervenção: PEEP-ZEEP com a FiO_2 administrada (PEEP-ZEEP FiO_2 basal) e PEEP-ZEEP hiperoxigenação com FiO_2 de 20% acima da basal (PEEP-ZEEP hiperoxigenação). A hiperoxigenação foi aplicada 1min antes, durante os 5 procedimentos e 1min após AESA e a PEEP-ZEEP com 3 séries, antes de cada um dos 5 procedimentos de AESA, cada série com duração de 60 s. **Resultados:** Na análise intragrupo na intervenção PEEP-ZEEP FiO_2 basal, não houve aumento significativo da SpO_2 após AESA ($p=0,633$), mantendo uma mediana de 95% e, não ocorreram mudanças significativas no $ETCO_2$ ($p=0,105$), mantendo uma mediana de 37 mmHg. E na intervenção PEEP-ZEEP hiperoxigenação, houve aumento significativo da SpO_2 ($p=0,000$), mantendo mediana de 99% e também sem alterações significativas no $ETCO_2$ ($p=0,549$), mantendo mediana de 39,5 mmHg. Na análise intergrupos encontrou-se diferença somente na SpO_2 nos momentos pós 1min da hiperoxigenação e após a AESA: no pós imediato, pós 1min e pós 2 min ($p=0,000$). **Conclusão:** A técnica PEEP-ZEEP quando bem indicada, associada ou não à hiperoxigenação é eficiente para evitar a queda da SpO_2 e manter os níveis do $ETCO_2$, minimizando o prejuízo na ventilação provocado pela AESA.

Trial registration: ClinicalTrials.gov NCT02440919.

Palavras-chave: Sucção; Ventilação mecânica; Modalidades de Fisioterapia; Oxigênio, Capnografia.

3.1 INTRODUÇÃO

Pacientes criticamente doentes, com vias aéreas artificiais apresentam alteração da *clearance* mucociliar com acúmulo de secreções devido à sedação, depressão do reflexo de tosse, elevadas concentrações de oxigênio, pressões de *cuff* inadequadas, inflamação e trauma de mucosa⁽¹⁻⁴⁾. A aspiração das vias aéreas é muitas vezes necessária para manutenção da permeabilidade e prevenção da infecção do trato respiratório⁽⁵⁾.

Segundo a Diretriz de Prática Clínica da *American Association for Respiratory Care* (AARC)⁽⁶⁾, este procedimento pode resultar em vários efeitos adversos, como risco e complicações de hipóxia/hipoxemia, ou seja, queda na pressão arterial do oxigênio (PaO₂) e, na saturação arterial de oxigênio (SaO₂) e saturação periférica de oxigênio (SpO₂)⁽⁷⁻¹¹⁾; trauma de mucosa traqueal ou brônquica, com secreção hemorrágica⁽⁷⁾; aumento da colonização microbiana nas vias aéreas inferiores⁽⁹⁾ diminuição da complacência pulmonar dinâmica⁽¹⁰⁻¹²⁾ e da capacidade residual funcional⁽¹³⁾; atelectasia^(1, 9); broncoconstrição⁽¹⁴⁾; mudanças no fluxo sanguíneo cerebral e aumento da pressão intracraniana; reações vasovagal, alterações na pressão arterial⁽¹⁵⁾; na frequência cardíaca (FC)^(7, 16); arritmias cardíacas⁽¹⁵⁾; queda do volume corrente^(10, 17-19) e aumento da pressão arterial do gás carbônico (PaCO₂)^(11, 17).

Algumas sugestões são propostas a fim de minimizar ou eliminar a queda de SaO₂ e prejuízo da ventilação durante a aspiração endotraqueal (AE), tais como, tamanho do cateter, limitar a duração da AE, pressão negativa utilizada, evitar o uso de instilação salina, sedação adequada, e o uso de técnicas de hiperoxigenação e/ou hiperinsuflação pulmonar^(8, 17, 18, 20-25).

O método de hiperinsuflação pode ser manual (HM) ou usando o ventilador mecânico (HV). A HM é uma técnica bastante utilizada pela fisioterapia respiratória e, foi descrita em 1968 por Clement e Hubsch⁽²⁶⁾, como *Bag-Squeezing*, ou seja, associação de HM à compressão torácica, com objetivo de mobilizar o excesso de secreção brônquica,

reexpandir áreas pulmonares colapsadas e melhorar a complacência pulmonar e a oxigenação pré e pós AE. Já a HV, foi posteriormente estudada por Berney e Denehy em 2002⁽²⁷⁾ e, tem sido também adotada com os mesmos objetivos da HM.

A técnica de pressão expiratória final positiva-pressão expiratória final zero (PEEP-ZEEP), muito utilizada na prática clínica, em nosso meio, pode ser considerada como uma das alternativas de HV. A técnica foi proposta com base na ideia de aumento do fluxo expiratório com objetivo de facilitar a remoção de secreções^(28, 29). Entretanto, foi estudado também seu impacto na melhora do volume corrente⁽³⁰⁾, complacência pulmonar^(4, 28, 30), troca gasosa^(4, 28-30) e repercussões hemodinâmicas^(4, 28, 29). Esta técnica consiste na elevação da PEEP até 15 cmH₂O, seguida por uma redução abrupta de PEEP para 0 cmH₂O (ZEEP), em associação ou não com uma compressão torácica bilateral manual para potencializar o aumento do fluxo de ar expiratório, limitando a pressão de pico em 40 cmH₂O^(4, 28-30). A HV com o aumento de volume ou com PEEP-ZEEP foi semelhante à HM, quanto à remoção de secreção brônquica, oxigenação e quanto a não causar repercussões hemodinâmicas significativas^(4, 28, 29, 31). A técnica de PEEP-ZEEP parece ser segura, uma vez que não mostrou alterações hemodinâmicas, nem mesmo em pacientes pós cirurgia cardíaca⁽⁴⁾.

Ainda existem poucas evidências científicas utilizando a técnica PEEP- ZEEP, com o propósito de evitar a hipoxemia, assim como avaliando o impacto na ventilação e associada ou não com pré oxigenação. Os desenhos dos estudos de HV são bastante diferentes, e a utilização rotineira de HV assim como a necessidade de hiperoxigenação com 100% de O₂, são questões clínicas ainda em debate.

Estudos apontam que o uso de fração inspirada de oxigênio (FiO₂) de 100% deva ser o método de escolha para evitar quedas da PaO₂ no procedimento de AE^(16, 32, 33), inclusive a última Diretriz da AARC⁽⁶⁾ faz essa recomendação. No entanto, outros estudos sugerem avaliar a real necessidade da hiperoxigenação com FiO₂ de 100%, já que ofertas inferiores ou até mesmo a não suplementação, foram capazes de evitar a hipoxemia durante AE^{(11, 34-}

³⁹⁾. Apesar da oferta de O₂ na AE ser por curto período de tempo, deve ser levado em conta, que em humanos o emprego de FiO₂ de 100% produz atelectasias por reabsorção, hipercapnia hiperóxica e dano no epitélio bronquial com surgimento de bronquites hiperóxica e diminuição da eficácia do epitélio ciliar e da função bactericida bronquial⁽⁴⁰⁾. Oxigênio suplementar com FiO₂ de apenas 28% por 30 min provocou aumento significativo de marcadores respiratórios de estresse oxidativo em voluntários normais ⁽⁴¹⁾ e, também foi encontrado aumento do dano oxidativo em ratos, com apenas 10 min de exposição à FiO₂ de 100% ⁽⁴²⁾.

A hiperoxigenação associada à hiperinsuflação tem sido a técnica mais comumente usada para prevenção dos efeitos adversos da AE e estão bem documentadas ⁽³²⁾. Entretanto, há poucas evidências sobre o impacto do uso de concentrações de oxigênio menores que 100% associado à técnica de PEEP-ZEEP no aumento da oxigenação e manutenção da ventilação pulmonar adequada durante a AE por sistema aberto (AESA).

Sabendo-se da importância desses métodos em evitar os efeitos prejudiciais da AESA nas trocas gasosas, formulamos a hipótese de que a técnica PEEP-ZEEP com FiO₂ basal ou associada a hiperoxigenação de 20% acima da basal, podem manter níveis adequados de SpO₂ e dióxido de carbono (CO₂) exalado ao final da expiração (ETCO₂) na AESA, evitando a hiperoxigenação com FiO₂ a 100% e o prejuízo na ventilação. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar o comportamento da SpO₂ e do ETCO₂ na AESA, utilizando a técnica PEEP-ZEEP com FiO₂ basal versus PEEP-ZEEP com hiperoxigenação de 20% acima da basal em pacientes ventilados mecanicamente.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Desenho do estudo

Ensaio clínico, prospectivo, cruzado, uni-cego, com randomização por sorteio simples, em envelopes opacos, com intervenções sequenciais: PEEP-ZEEP com a FiO₂

administrada (PEEP-ZEEP FiO_2 basal) e PEEP-ZEEP com FiO_2 de 20% acima da basal (PEEP-ZEEP hiperoxigenação), previamente à AESA. Para eliminar efeitos residuais (*carryover*) do tratamento anterior, foi incluído um período mínimo de intervalo (*washout*)⁽⁴³⁾ de 5 horas entre as intervenções (Figura 1).

3.2.2 Amostra

Este estudo foi conduzido na Unidade de Terapia intensiva (UTI) adulto da Santa Casa de Misericórdia de Batatais – SP, no período de junho de 2013 a outubro de 2014. Foram selecionados 48 pacientes com condições clínicas e cirúrgicas diversas, de ambos os sexos.

3.2.3 Critérios de inclusão e exclusão

Após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelo familiar mais próximo, foram incluídos pacientes submetidos à intubação orotraqueal e em ventilação mecânica por mais de 12 horas com estabilidade hemodinâmica, uso de sedativos e com necessidade de AE de acordo com os critérios preconizados pela AARC⁽⁶⁾.

Foram excluídos os indivíduos sob uso de altas doses de aminas vasopressoras e/ou apresentando arritmias cardíacas graves; instabilidade hemodinâmica com pressão arterial média (PAM) <60 mmHg; impossibilidade de monitorização adequada da SpO_2 ; valor de hemoglobina (Hb) inferior a 7g/dL; FiO_2 basal maior que 0,6 (60%); necessidade de PEEP maior que 10cmH₂O; fraturas de costelas; presença de dreno de tórax; broncoespasmo grave; pneumotórax não drenado, casos de hipertensão intracraniana, distúrbios hemorrágicos, graus acentuados de refluxo gastroesofágico; doença pulmonar bolhosa; doença pulmonar unilateral; uso de traqueostomia, pico de pressão >35cmH₂O, pressão venosa central (PVC) < 6 mmHg e ausência dos critérios de indicação do procedimento de aspiração endotraqueal. Dos 48 pacientes recrutados para o estudo 10 foram excluídos e 38 pacientes concluíram o protocolo. Os detalhes constam no “CONSORT” (*Consolidated*

Standards of Reporting Trials) do fluxo de pacientes do estudo, que pode ser visto na Figura 1.

3.2.4 Considerações éticas

O estudo foi aprovado, pelo Comitê de Ética Médica da Santa Casa de Batatais- SP e pela base nacional e unificada de registros de pesquisas envolvendo seres humanos (Plataforma Brasil - Sistema CEP/Conep) sob o parecer 006232/2013 e CAAE:11354813.1.0000.5504 (Anexo C). O representante legal do paciente foi previamente esclarecido sobre o objetivo e delineamento do estudo, permitindo a sua participação assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (Apêndice C). O estudo foi submetido e aprovado no *ClinicalTrials.gov* - ID: 11354813.1.0000.5504- NCT02440919 (Anexo D).

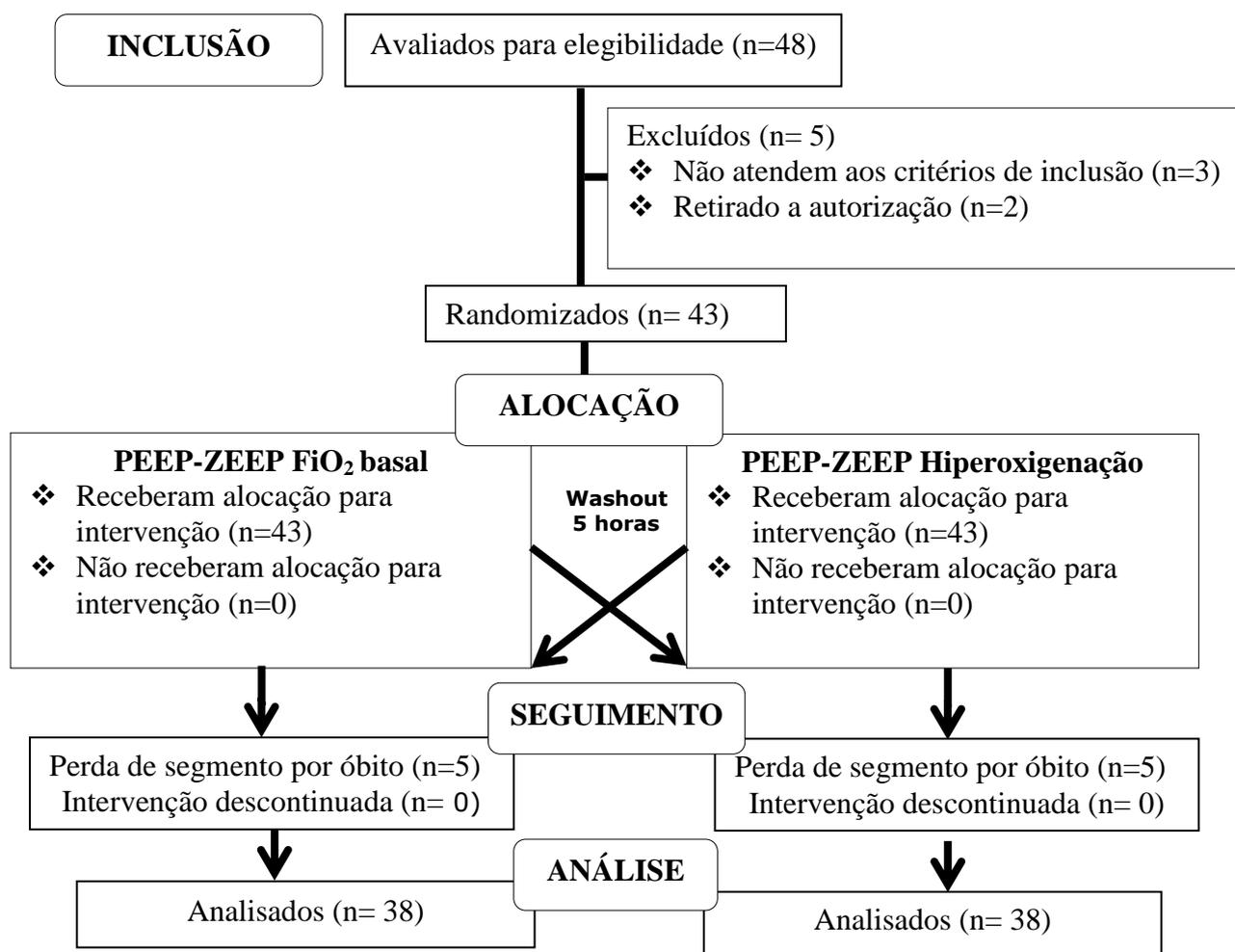


Figura 1: Diagrama CONSORT - Fluxo de pacientes do estudo

3.2.5 Procedimentos

Todos os pacientes que participaram do estudo foram ventilados no ventilador mecânico (VM) *Dixtal 3012*[®]. Após checar todos os critérios de inclusão, os pacientes foram randomizados e alocados para uma das duas sequências de intervenções. Nas duas intervenções, os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal por 20 min, com cabeceira a 40 graus, antes das medidas de linha de base e realização do procedimento de AESA.

3.2.5.1 *Aspiração endotraqueal em sistema aberto*

Executada por meio de cateter de aspiração de cloreto de polivinil (CPV) atóxico, siliconado, estéril com orifício lateral e final de tamanho número 12 Fr com 4,0 mm de diâmetro externo⁽⁴⁴⁾ e válvula de controle de sucção (Embramed[®]), para tubos endotraqueais de 7,0 a 8,5 mm. O cateter foi introduzido até encontrar resistência e retirado de 2 a 3 cm com uma pressão negativa de aproximadamente 150 mmHg^(45, 46), aplicada por 15 s e intervalo de 60 s entre as 5 inserções realizadas, seguindo as recomendações da última diretriz de AE da AARC⁽⁶⁾.

3.2.5.2 *Técnica de Hiperoxigenação na Intervenção II*

Na intervenção PEEP-ZEEP FiO₂ basal, era mantida a FiO₂ que o paciente estava recebendo no VM e na Intervenção PEEP-ZEEP hiperoxigenação, no VM *Dixtal 3012*[®], a FiO₂ era elevada a 20% acima da FiO₂ que o paciente estava recebendo, por 1 minuto antes de cada um dos 5 procedimentos e 1min após a AESA.

3.2.5.3 *Técnica PEEP-ZEEP modificada*

No VM *Dixtal 3012*[®], a PEEP foi elevada para 15 cmH₂O no início da inspiração por 1min, com a pressão de pico limitada em 40 cmH₂O⁽²⁷⁾. Foi realizado ajuste prévio do volume corrente (VC) em 6 ml/kg, frequência respiratória de 8 ciclos/min, seguindo com redução abrupta da PEEP para 0 cm H₂O (ZEEP) na fase expiratória; retornando-se na fase inspiratória o valor da PEEP e, após 2 ciclos ventilatórios, repetia-se a manobra.

Executavam-se três manobras de PEEP-ZEEP^(28-30, 47, 48), cada uma com duração de 60 s antes de cada um dos 5 procedimentos de AESA, totalizando um tempo de 15 min de manobra PEEP-ZEEP⁽⁴⁹⁾.

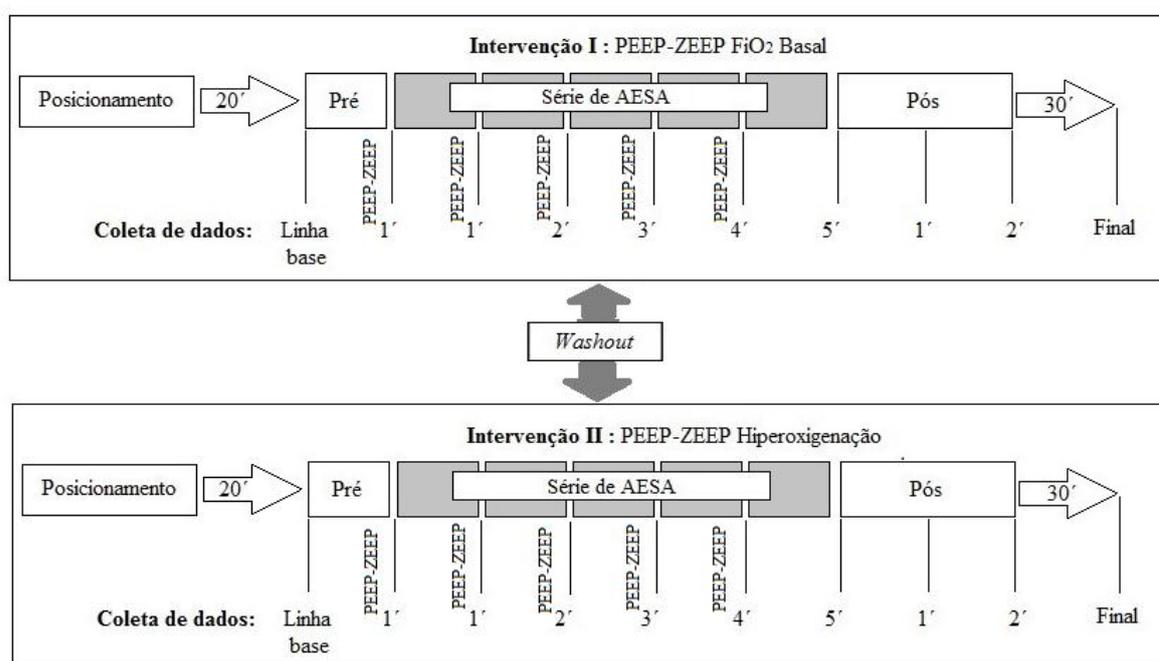
3.2.6 Coleta de dados

Após 20 min do posicionamento em decúbito dorsal, com cabeceira a 40 graus, verificava-se a pressão do *cuff* do tubo endotraqueal, ajustando-o em 24 cmH₂O com um medidor de pressão de *cuff* (*Ambu*[®]), e iniciava-se a coleta das variáveis: FiO₂, PEEP, PmVA (pressão média das vias aéreas) e níveis de Hb e Ht (Hematócrito) na condição basal, pré AESA em ambas as intervenções. Um capnógrafo com sensor de fluxo principal ou *mainstream* (*Capnostat 5, Respironics Inc - Novametrix*[®]) foi inserido no circuito do ventilador *Dixtal 3012*[®] para a medida do ETCO₂. E para a medida da SpO₂ foi utilizado o Monitor multiparamétrico DX-2021 ou DX-2023 (*Dixtal*[®]) com o sensor de dedo (*Dixtal*[®]) colocado na extremidade de um dos membros superior ou sensor de lóbulo de orelha (*Dixtal*[®]). As variáveis SpO₂ e ETCO₂ foram monitoradas no procedimento de AESA: antes (linha de base e 1min antes do início dos procedimentos), durante (após cada um dos 5 procedimentos de AESA), imediatamente após e após (1min, 2 min e 30 min) (Figura 2). Todos os equipamentos que foram utilizados pertenciam à UTI adulto da Santa Casa de Misericórdia de Batatais- São Paulo- Brasil, local da realização do estudo. Após o término das coletas dos dados os pacientes recebiam cuidados fisioterapêuticos, médicos e de enfermagem de rotina da unidade.

3.2.7 Análise dos dados:

O cálculo do tamanho amostral foi realizado no *GPower 3.1* com as variáveis dependentes (SpO₂ e ETCO₂), de um estudo piloto realizado pelos autores, com 16 sujeitos, considerando alfa= 5% (*bi caudal*) e poder de 80%, estimando uma amostra de 41 sujeitos. Os dados foram analisados pelo programa estatístico *GraphPad Prism*[®] 5.01 software (*Graph Pad Software Inc., San Diego, CA, USA*). Primeiramente foi utilizado análise de

variância *One-Way* para medidas repetidas (ANOVA) verificando-se a possibilidade de agrupar todos os pacientes entre os diferentes modos de ventilação. Conforme teste de *Shapiro-Wilk* para dados sem normalidade, utilizou-se o teste de *Wilcoxon* pareado, para a comparação intergrupos e intragrupo e, para as 4 medidas durante os 5 procedimentos de AESA o teste de *Friedman com post hoc de Dunn*. Considerou-se um nível de significância de 5% para todos os testes. Os dados foram apresentados sob a forma de frequência absoluta (n), porcentagem (%) e mediana (mínimo-máximo).



AESA: Aspiração endotraqueal em sistema aberto. FiO₂ Basal: FiO₂ prescrita, sem hiperoxigenação. Hiperoxigenação: oferta de 20 % acima da FiO₂ Basal. Série de AESA: coleta de dados a cada inserção da sonda de aspiração minuto a minuto. Pré: Dados coletados na linha de base (pós repouso de 20 min.) e 1 minuto após oferta ou não de oxigenação. Pós: Dados coletados a 1 min, 2 min e 30 min após a AESA. Previamente aos 5 procedimentos de AESA foram aplicadas 3 séries de PEEP-ZEEP conforme protocolo do estudo.

Figura 2: Coleta de dados dos protocolos experimentais.

3.3 RESULTADOS

As características iniciais da amostra estão descritas na Tabela 1. Trinta e oito pacientes concluíram o estudo com média de idade de $65,82 \pm 12,26$ anos. A causa de VM foi predominantemente por Insuficiência respiratória aguda (IRA) ou crônica agudizada, relacionada à doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).

O escore APACHE II (*Acute Physiologic and Chronic Health Evaluation*) foi aplicado na internação e 48 horas depois para avaliação da gravidade e pontuação do risco de

mortalidade. O escore médio do APACHE II foi respectivamente de $22,2 \pm 8,64$ e $22,3 \pm 8,28$, apontando risco estimado de morte de 40% para não operatórios e de 30% para pós-operatório e, a mortalidade observada foi de 55,3% (21), com uma taxa de alta da UTI de 44,7% (17). O tempo de ventilação mecânica foi de $14,29 \pm 12,81$ dias e o tempo de internação na UTI de $14,72 \pm 9,08$ dias.

Tabela 1 - Características dos pacientes

	Número	%
Gênero		
Feminino	12	31,58
Masculino	26	68,42
Causas da Intubação		
Respiratórias	24	63
Cardíacas	11	29
Pós cirúrgicas (Ortopédica e abdominal)	3	8
Modo de ventilação		
Ventilação com volume controlado (VCV)	10	26,32
Ventilação com pressão controlada (PCV)	5	13,16
Ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV-VCV)	8	21,05
Ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV-PCV)	8	21,05
Ventilação espontânea	7	18,42

Foram utilizados tubos endotraqueais com um tamanho médio de $7,99 \pm 0,36$ mm, mínimo de 7,0 mm e máximo de 8,5 mm, com a maioria de tamanho 8,5 mm (66%). Não houve diferença estatisticamente significativa nos valores de FiO_2 , PEEP, PmVA e de Hb e Ht na condição basal das intervenções ($p > 0,05$; Tabela 2).

Tabela 2- Variáveis nas condições basais nas duas intervenções

	FiO_2 (%)	PEEP (cm H ₂ O)	PmVA (cm H ₂ O)	Hb g/dL	Ht (%)
Intervenção I					
PEEP-ZEEP FiO_2 Basal					
Mediana	30,0	6,0	10,3	10,85	34,70
Mínimo	21,0	5,0	7,0	7,2	23,5
Máximo	50,0	10,0	17,5	15,4	53,5
Intervenção II					
PEEP-ZEEP Hiperóxigenação					
Mediana	32,5	6,5	10,1	11,55	35,85
Mínimo	21,0	5,0	7,0	7,0	21,0
Máximo	50,0	11,0	20,0	15,20	53,70
p†	0,12	0,06	0,93	0,26	0,84

FiO_2 : Fração inspirada de oxigênio; **PEEP**: Pressão positiva no final da expiração; **SD**: desvio padrão; **PmVA**: Pressão média das vias aéreas; **IC**: Intervalo de confiança a 95% da diferença entre as intervenções. Teste de Wilcoxon pareado: p† (Comparação intergrupos).

Comportamento da oxigenação avaliado pela SpO₂

Na análise intragrupo, observou-se aumento significativo na SpO₂ no pós imediato da AESA, somente na PEEP-ZEEP Hiperoxigenação, com recuperação dos valores pós 30min em ambas as intervenções, porém com valores maiores em relação a linha de base na PEEP-ZEEP FiO₂ Basal (Tabela 3).

Na análise contínua, intragrupo verificou-se aumento significativo em relação aos valores basais somente na PEEP-ZEEP Hiperoxigenação, 1 minuto após hiperoxigenação (p=0,000), no pós imediato (p=0,000), 1min após (p=0,000) e nos 2min após AESA (p=0,000). Observou-se manutenção, em ambas as intervenções, nas 4 medidas realizadas entre os 5 procedimentos de aspiração (p=0,650 e p=0,931). E intergrupos foi detectada diferença, pós hiperoxigenação (p=0,003) e, em todos os pontos medidos (p=0,000), sem diferença apenas na linha de base e pós 30min (Figura 3).

Tabela 3- Comportamento da SpO₂ e ETCO₂ de acordo com as intervenções

Tempo		SpO ₂			ETCO ₂		
		PEEP-ZEEP FiO ₂ Basal	PEEP-ZEEP hiperoxigenação	p†	PEEP-ZEEP FiO ₂ Basal	PEEP-ZEEP hiperoxigenação	p†
Pré	Mediana	94	95	0,187	39,5	40,5	0,101
	Mínimo	88	87		15	16	
	Máximo	99	100		72	68	
Pós Imediato	Mediana	95	99	0,000	37	39,5	0,050
	Mínimo	87	93		11	16	
	Máximo	100	100		75	71	
	p‡	0,633	0,000		0,105	0,292	
Pós 30min	Mediana	95,5	95	0,768	39	40	0,978
	Mínimo	89	90		12	17	
	Máximo	100	99		63	66	
	p§	0,055	0,893		0,461	0,318	

FiO₂: Fração inspirada de oxigênio; **PEEP**: Pressão positiva no final da expiração; **ZEEP**: Pressão positiva no final da expiração zero; **SD**: desvio padrão. Teste de *Wilcoxon* pareado: p† (Comparação intergrupos) p‡ (Comparação intragrupo pré e pós imediato) e p§ (Comparação intragrupo pré e pós 30 min).

Podemos ressaltar que na intervenção PEEP-ZEEP FiO₂ Basal, 6 pacientes (15,8%) apresentavam-se hipoxêmicos (SpO₂ < 90%) na linha de base, 2 com SpO₂ ≤ 90%, durante e após 2 min e, 3 (7,8%), após 30min da AESA. Na PEEP-ZEEP hiperoxigenação, 4

pacientes (10,5%) hipoxêmicos ($SpO_2 < 90\%$) na linha de base e apenas 1 paciente (7,8%), apresentou $SpO_2 = 90\%$ após 30min da AESA.

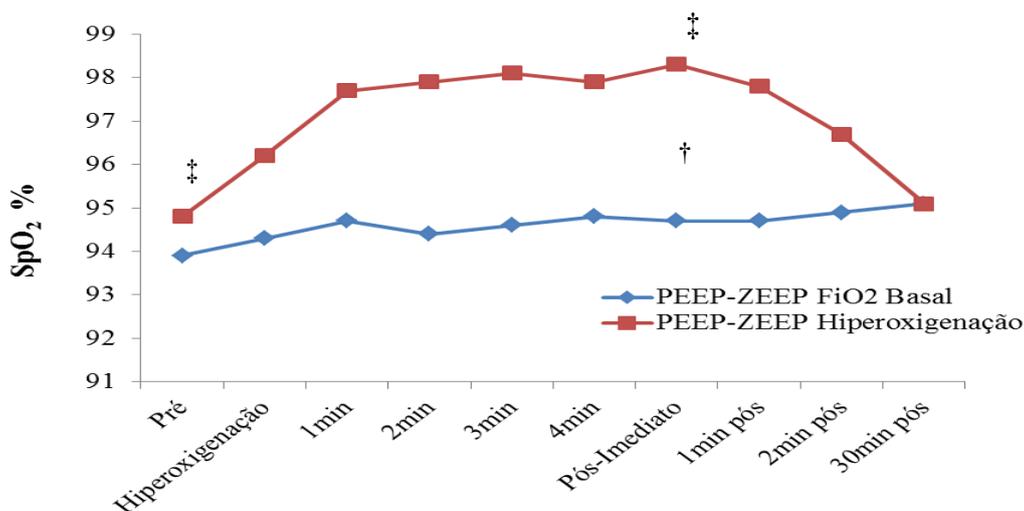


Figura 3- Alterações da SpO_2 antes e após a AESA em diferentes pontos do tempo com as intervenções. Teste de Wilcoxon pareado: p† (Comparação intergrupos) p‡ (Comparação intragrupo pré e pós imediato).

Comportamento da ventilação avaliado pelo $ETCO_2$

Na análise intragrupo, não foi observada mudanças significativas no $ETCO_2$ em nenhum momento de ambas as intervenções. E intergrupos nenhuma diferença foi também encontrada (Tabela 3 e Figura 4).

Podemos ressaltar a homogeneidade das intervenções na linha de base, na PEEP-ZEEP FiO_2 Basal, 27 pacientes (71%) estavam isocápnicos ($ETCO_2 \leq 45\text{mmHg}$) e 11(29%) estavam hipercápnicos ($ETCO_2 > 45\text{mmHg}$) e na PEEP-ZEEP hiperoxigenação, 26 isocápnicos (68%) e 12 hipercápnicos (32%).

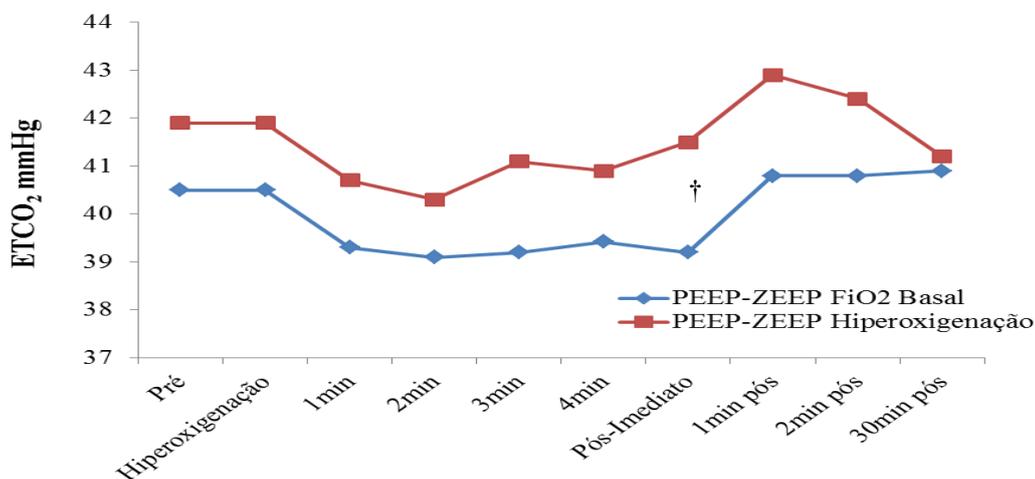


Figura 4- Alterações do $ETCO_2$ antes e após a AESA em diferentes pontos do tempo com as intervenções. Teste de Wilcoxon pareado: p† (Comparação intergrupos).

3.4 DISCUSSÃO

O desfecho principal deste estudo foi que a técnica PEEP-ZEEP com e sem hiperoxigenação no procedimento de AESA manteve adequada oxigenação, com mediana da SpO₂ de 95% e manutenção adequada da ventilação, com mediana do ETCO₂ de 39,5mmHg. A técnica PEEP-ZEEP associada à hiperoxigenação com FiO₂ de 20% acima da basal manteve a SpO₂ adequada mesmo nos pacientes previamente hipoxêmicos, com SpO₂ ≤ 88%.

A SpO₂ é um dos mais importantes avanços na monitorização respiratória, usada de forma geral para avaliação da oxigenação de pacientes em UTI e durante a AE, principalmente devido a facilidade de operação dos instrumentos de oximetria de pulso associado a seu bom grau de precisão, considerando-se as condições para uma leitura fidedigna^(10, 50, 51). A medida da SpO₂ costuma refletir a SaO₂, principalmente quando acima de 90%, com os valores normais do gradiente SpO₂-SaO₂ variando entre 3 a 5%^(50, 52).

Helayel et al⁽⁵³⁾ relataram que em pacientes cirúrgicos ou gravemente enfermos, somente valores ≥ 99% afastaram a possibilidade de SaO₂ < 90%. Já Jubran⁽⁵²⁾ descreveu que limites de SpO₂ entre 92 a 94% deve ser o alvo para evitar SaO₂ < 90%, que corresponde à hipoxemia leve^(51, 54). Porém Seguin et al⁽⁵⁵⁾ verificaram ausência de hipoxemia em pacientes criticamente enfermos sob VM com valores de SpO₂ ≥ 96%, ou seja, valor que garantiria uma SaO₂ ≥ 90%. Segundo Torsani et al⁽⁵⁶⁾ valores de SpO₂ entre 88 a 92% são normalmente empregados e aceitos como ideais na prática clínica de pacientes críticos. Mas Jubran⁽⁵¹⁾ verificou que para pacientes ventilados mecanicamente a SpO₂ > 92% seria um nível satisfatório de oxigenação. Entretanto, Ghayumi et al⁽⁵⁷⁾ recentemente verificaram que somente a SpO₂ ≥ 94% pode ser um substituto confiável da medida de gasometria arterial para avaliar hipoxemia, e que esta deve se limitar àqueles com SpO₂ < 94%.

Neste estudo, considerando os momentos antes e imediatamente após AESA, a mediana da SpO₂ na PEEP-ZEEP com FiO₂ basal foi de 94 para 95%, e na PEEP-ZEEP

com hiperoxigenação de 20% foi de 95 para 99%, evidenciando manutenção da oxigenação com a técnica, independente da associação ou não de hiperoxigenação. Podemos destacar que a PEEP-ZEEP FiO_2 basal evitou níveis de SpO_2 acima de 97%. Entretanto, na PEEP-ZEEP com FiO_2 basal, 4 pacientes (10%) apresentavam na linha de base $SpO_2 = 88\%$ antes da AESA e 3 deles mantiveram $SpO_2 \leq 90\%$ durante o procedimento, já com PEEP-ZEEP hiperoxigenação 3 pacientes (8%) apresentavam $SpO_2 \leq 88\%$ na linha de base e todos mantiveram a $SpO_2 \geq 94\%$ durante o procedimento.

Ensaio clínico demonstraram que não há efeitos benéficos da hiperóxia em pacientes críticos⁽⁴⁰⁾. Altas ofertas de FiO_2 para atingir o objetivo de SpO_2 de 95% podem resultar em toxicidade do O_2 ⁽⁵¹⁾. O uso da FiO_2 de 100% pode causar potenciais efeitos tóxicos, relacionados à liberação de grande número de citocinas pró-inflamatórias e marcantes alterações microvasculares e musculares, que ocasionam lesão pulmonar grave^(2, 40, 42, 58-60).

Desta forma, optamos neste estudo por testar a oferta de 20% acima da FiO_2 basal, assim como previamente estudado por Rogge et al⁽³⁴⁾ em 11 pacientes com DPOC, que comparou com a oferta de 100%, ambas associadas à HM, verificando que os níveis de O_2 foram mantidos adequadamente nos 2 métodos de oferta de O_2 .

Em estudo randomizado com 30 pacientes intubados, Souza et al⁽³⁷⁾ verificaram a efetividade da oferta de FiO_2 de 20% ao comparar a FiO_2 basal versus hiperoxigenação de 20% acima da FiO_2 basal, associada com fisioterapia respiratória convencional e manobra de *Bag Squeezing*. Demir e Dramali⁽³⁵⁾ também verificaram em pacientes intubados sob VM, com AE por SF que a SaO_2 e PaO_2 sem hiperoxigenação não apresentavam queda significativa.

No atual estudo também foi verificado que a técnica PEEP-ZEEP FiO_2 basal e com hiperoxigenação de 20% na AESA mantém níveis adequados de SpO_2 em pacientes críticos, sob VM.

A capnometria também representa importante método de monitorização não invasiva da função ventilatória, refletindo indiretamente os níveis circulantes do gás alveolar, estimando com alguma precisão, a PaCO_2 , pois o gradiente observado é mínimo, com diferença entre 2 a 5mmHg, na comparação entre a PaCO_2 e o ETCO_2 . Um valor médio normal da PaCO_2 de 40mmHg, tem uma leitura base de capnometria entre 35 a 38mmHg de ETCO_2 ⁽⁶¹⁻⁶⁶⁾. Auler Júnior et al⁽⁴⁹⁾ relataram que se a causa da queda do CO_2 exalado não puder ser estabelecida com exatidão, é imperativo a análise imediata do sangue arterial, devendo ser interpretada em conjunto com a clínica e a experiência em cada situação.

Savian et al⁽³¹⁾ verificaram que HV proporcionou melhor mecânica respiratória com menor variação na eliminação de CO_2 por minuto (VCO_2) comparado com HM e Ahmed et al⁽⁶⁷⁾ também verificaram que HV proporcionou melhor complacência dinâmica que HM.

No atual estudo também foi verificado que a técnica PEEP-ZEEP FiO_2 basal e com hiperoxigenação de 20% mantém níveis adequados de ETCO_2 em pacientes críticos sob VM, nos momentos antes e após AESA, sugerindo que a técnica PEEP-ZEEP pode minimizar os prejuízos da ventilação ocasionados pelo desrecrutamento pulmonar com AESA.

Os estudos de Berney e Denehy⁽²⁷⁾ e de Savian et al⁽³¹⁾ verificaram que ambos os métodos de hiperinsuflação (MHI e VHI) foram efetivos na remoção de secreções^(27, 31), e melhoraram a complacência pulmonar estática⁽²⁷⁾, a hemodinâmica e a oxigenação⁽³¹⁾.

Optou-se neste estudo por utilizar a técnica PEEP-ZEEP, sendo encontrado apenas 4 estudos utilizando esta técnica e, em todos foi utilizada sem associação com hiperoxigenação, seguindo a mesma padronização, com PEEP elevada para 15 cmH_2O , pressão de pico limitada em 40 cmH_2O , por 5 ciclos ventilatórios, seguindo com PEEP zero, de modo abrupto. As variações encontradas foram quanto ao tempo de execução (5 min, 10 min ou 3 séries de 5 ciclos ventilatórios) e na associação ou não de compressão torácica manual (CTM).

Rodrigues⁽²⁸⁾ verificou em 45 pacientes a eficiência e a segurança da PEEP-ZEEP associada à CTM tanto quanto a HM, na remoção de secreções brônquicas de pacientes pós revascularização do miocárdio. Além do mais, a PEEP-ZEEP permitiu maior controle nas variáveis da mecânica respiratória, monitoramento das pressões e fluxos impostos ao sistema respiratório. Santos et al⁽³⁰⁾ com o mesmo desenho de estudo, compararam a PEEP-ZEEP com a CTM em 12 pacientes em VM e, verificaram aumento significativo da complacência do sistema respiratório em ambas as técnicas sem diferenças entre si e um comportamento favorável da SpO₂ no grupo de CTM. Lobo et al⁽²⁹⁾ em estudo similar com 20 pacientes, também evidenciaram semelhança quanto a remoção de secreção brônquica, entre a PEEP-ZEEP associada à vibrocompressão manual sem hiperoxigenação e a técnica de *Bag Squeezing*, utilizando fluxômetro com 5L/m de oxigênio (FiO₂ de aproximadamente 40%). Os autores consideraram a técnica PEEP-ZEEP viável em pacientes críticos, por não causar repercussões hemodinâmicas significativas durante sua utilização. E em 2011, Herbst-Rodrigues et al⁽⁴⁾ estudaram 15 pacientes pós revascularização do miocárdio, não verificando alterações nas variáveis hemodinâmicas, SpO₂ e ETCO₂, confirmando novamente a segurança da PEEP-ZEEP associada a CTM, com diferencial de não ter como objetivo a remoção de secreção brônquica.

No presente estudo optou-se também por não avaliar a remoção de secreções brônquicas e pela utilização do método como executado nos estudos prévios, porém sem associação com CTM e modificando o tempo de pressurização, utilizando 60 s em cada série, e encontramos os mesmos resultados quanto as alterações da SpO₂ e ETCO₂.

É importante destacar que a técnica PEEP-ZEEP padronizada, parece ser um método seguro em pacientes cardiovasculares, por não ter sido encontrado em estudos prévios, alterações hemodinâmicas nesses pacientes^(4, 28). O tempo de aplicação da técnica de no máximo 15min deve ser respeitado, pois a repercussão na FC foi encontrada com tempo superior a 15min⁽⁴⁹⁾. O mesmo não se pode dizer para pacientes com DPOC, já que foram

relatados, potenciais efeitos nocivos da MHI nestes pacientes, como aumento da PEEP intrínseca e suas consequências⁽⁶⁸⁾. Estudos avaliando o efeito da PEEP-ZEEP especificamente na DPOC devem ser realizados para que se conheçam os benefícios reais da técnica nesses pacientes.

Sabe-se que a AESA provoca desrecrutamento pulmonar significativo e, que a perda de volume pulmonar é transitória⁽⁶⁹⁾. Porém, minimizar este prejuízo é importante, pois as forças de cisalhamento associadas ao fechamento e abertura cíclicos de alvéolos, com o desrecrutamento são altamente lesivas ao pulmão⁽⁷⁰⁾. Desta forma, em futuros estudos a perda do volume pulmonar deve ser evitada não somente durante, mas também após AE com estratégias de recrutamento.

As limitações deste estudo são inerentes ao desenho do estudo, apesar de não ter sido encontrado diferenças significativas na linha de base das intervenções e ao tipo de amostra, pois uma população de pacientes com características clínicas mais homogêneas possibilitaria uma melhor interpretação dos resultados.

3.5 CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a técnica PEEP-ZEEP quando bem indicada, com ou sem hiperoxigenação, foi eficiente para manter a SpO_2 e o $ETCO_2$ de pacientes críticos em suporte ventilatório mecânico, sugerindo que a técnica minimiza os prejuízos na ventilação pulmonar com a AESA. Entretanto, recomendamos a sua associação à hiperoxigenação de 20% acima da basal nos pacientes previamente hipoxêmicos à AESA, visto que evitou a queda da SpO_2 abaixo de 94%, mesmo nos pacientes com $SpO_2 \leq 88\%$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sackner MA. Letter: Tracheobronchial suction catheters. *Chest* 1976 Aug;70(2):318-20.
2. Landa JF, Kwoka MA, Chapman GA, Brito M, Sackner MA. Effects of suctioning on mucociliary transport. *Chest* 1980;77(2):202-7.
3. Keller C, Brimacombe J. Bronchial mucus transport velocity in paralyzed anesthetized patients: a comparison of the laryngeal mask airway and cuffed tracheal tube. *Anesthesia and Analgesia* 1998;86(6):1280-2.
4. Herbst-Rodrigues MV, Carvalho VO, Auler JOC Jr, Feltrim MIZ. PEEP-ZEEP technique: cardiorespiratory repercussions in mechanically ventilated patients submitted to a coronary artery bypass graft surgery. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2011;6:108-14.
5. Jelic S, Cunningham JA, Factor P. Clinical review: airway hygiene in the intensive care unit. *Critical Care* 2008;12(2):209-18.
6. American Association for Respiratory Care - AARC. AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010. *Respiratory Care* 2010;55(6):758-64.
7. Maggiore SM, Lellouche F, Pignataro C, Girou E, Maitre B, Richard JC, et al. Decreasing the adverse effects of endotracheal suctioning during mechanical ventilation by changing practice. *Respiratory Care* 2013;58(10):1588-97.
8. Brown SE, Stansbury DW, Merrill EJ, Linden GS, Light RW. Prevention of suctioning-related arterial oxygen desaturation. Comparison of off-ventilator and on-ventilator suctioning. *Chest* 1983;83(4):621-7.
9. Tingay DG, Copnell B, Grant CA, Dargaville PA, Dunster KR, Schibler A. The effect of endotracheal suction on regional tidal ventilation and end-expiratory lung volume. *Intensive Care Medicine* 2010;36(5):888-96.
10. Morrow B, Futter M, Argent A. Effect of endotracheal suction on lung dynamics in mechanically-ventilated paediatric patients. *The Australian Journal of Physiotherapy* 2006;52(2):121-6.
11. Avena MJ, Carvalho WB, Beppu OS. Evaluation of oxygenation, ventilation and respiratory mechanics before and after endotracheal suction in mechanically ventilated children. *Revista da Associação Médica Brasileira* 2003;49(2):156-61.
12. Main E, Castle R, Newham D, Stocks J. Respiratory physiotherapy vs. suction: the effects on respiratory function in ventilated infants and children. *Intensive Care Medicine* 2004;30(6):1144-51.
13. Heinze H, Sedemund-Adib B, Heringlake M, Gosch UW, Eichler W. Functional residual capacity changes after different endotracheal suctioning methods. *Anesthesia and Analgesia* 2008;107(3):941-4.

14. Guglielminotti J, Desmonts JM, Dureuil B. Effects of tracheal suctioning on respiratory resistances in mechanically ventilated patients. *Chest* 1998;113(5):1335-8.
15. Seymour CW, Cross BJ, Cooke CR, Gallop RL, Fuchs BD. Physiologic impact of closed-system endotracheal suctioning in spontaneously breathing patients receiving mechanical ventilation. *Respiratory Care* 2009;54(3):367-74.
16. Bourgault AM, Brown CA, Hains SM, Parlow JL. Effects of endotracheal tube suctioning on arterial oxygen tension and heart rate variability. *Biol Res Nurs*. 2006;7(4):268-78.
17. 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;104(1):39-47.
18. Sakuramoto H, Shimojo N, Jesmin S, Unoki T, Kamiyama J, Oki M, et al. Repeated open endotracheal suctioning causes gradual desaturation but does not exacerbate lung injury compared to closed endotracheal suctioning in a rabbit model of ARDS. *BMC Anesthesiology* 2013;13:47-57.
19. Briassoulis G, Briassoulis P, Michaeloudi E, Fitrolaki DM, Spanaki AM, Briassouli E. The effects of endotracheal suctioning on the accuracy of oxygen consumption and carbon dioxide production measurements and pulmonary mechanics calculated by a compact metabolic monitor. *Anesthesia and Analgesia* 2009;109(3):873-9.
20. Grossi SA, Santos BM. The prevention of hypoxemia during endotracheal suctioning. *Revista Latino-americana de Enfermagem* 1994;2(2):87-102.
21. 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. *Nursing and Midwifery Studies* 2014;3(2):e14097.
22. Ugras GA, Aksoy G. The effects of open and closed endotracheal suctioning on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure: a crossover, single-blind clinical trial. *The Journal of neuroscience nursing : journal of the American Association of Neuroscience Nurses* 2012;44(6):E1-8.
23. Akgul S, Akyolcu N. Effects of normal saline on endotracheal suctioning. *Journal of Clinical Nursing* 2002;11(6):826-30.
24. Stiller K. Physiotherapy in intensive care: towards an evidence-based practice. *Chest* 2000;118(6):1801-13.
25. Zeitoun SS, Barros ALBL, Diccini S. A prospective, randomized study of ventilator-associated pneumonia in patients using a closed vs. open suction system. *Journal of Clinical Nursing* 2003;12(4):484-9.
26. Clement AJ, Hubsch SK. Chest physiotherapy by the 'bag squeezing' method: a guide to technique. *Physiotherapy* 1968;54(10):355-9.
27. 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. *Physiotherapy research international: The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy* 2002;7(2):100-8.

28. Rodrigues M. Estudo do comportamento hemodinâmico, da troca gasosa, da mecânica respiratória e da análise do muco brônquico na aplicação de técnicas de remoção de secreção brônquica em pacientes sob ventilação mecânica. São Paulo Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2007.

29. Lobo DM, Cavalcante LA, Mont'Alverne DG. Applicability of bag squeezing and zEEP maneuvers in mechanically ventilated patients. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* 2010;22(2):186-91.

30. Santos FRA, Schneider Junior LC, Forgiarini Junior, LA, Veronezi J. Efeitos da compressão torácica manual versus a manobra de PEEP-ZEEP na complacência do sistema respiratório e na oxigenação de pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva. *Rev Bras Ter Intensiva* [online] 2009;21(2):155-61.

31. 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: The Journal of Critical Care*. 2006;35(5):334-41.

32. Oh H, Seo W. A meta-analysis of the effects of various interventions in preventing endotracheal suction-induced hypoxemia. *Journal of Clinical Nursing* 2003;12(6):912-24.

33. Jerre G, Silva Tde J, Beraldo MA, Gastaldi A, Kondo C, Leme F, et al. Physiotherapy on the mechanically ventilated patients. *Jornal brasileiro de pneumologia: publicação oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia* 2007;33 Suppl 2S:S142-50.

34. Rogge JA, Bunde L, Baun MM. Effectiveness of oxygen concentrations of less than 100% before and after endotracheal suction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Heart & Lung : the Journal of Critical Care* 1989;18(1):64-71.

35. Demir F, Dramali A. Requirement for 100% oxygen before and after closed suction. *Journal of Advanced Nursing* 2005;51(3):245-51.

36. Diniz GCLM, Oliveira HMD, Arrais RCS, Pessoa BP, Figueiredo PHS. A utilização de FiO₂ inferior a 100% para hiperoxigenação de pacientes estáveis submetidos à aspiração endotraqueal. *ASSOBRAFIR Ciência* [Internet] 2012; 3(1)45-56.

37. Souza T, Souza RKAL, Milani, CM. Comportamento das variáveis cardiorrespiratórias de pacientes em ventilação mecânica submetidos à aspiração traqueal sob diferentes níveis de fração inspirada de oxigênio. *Revista Eletrônica Saúde e Ciência*. 2012;2(5):63-77.

38. Overend TJ, Anderson CM, Brooks D, Cicutto L, Keim M, McAuslan D, et al. Updating the evidence-base for suctioning adult patients: a systematic review. *Canadian respiratory journal : Journal of the Canadian Thoracic Society* 2009;16(3):e6-17.

39. Ntoumenopoulos G. Endotracheal suctioning may or may not have an impact, but it does depend on what you measure! *Respiratory Care* 2013;58(10):1707-10.

40. Gordo-Vidal FG-V, F., Calvo-Herranz E, Abella-Alvarez A, Salinas-Gabina I. Hyperoxia-induced pulmonary toxicity. *Medicina intensiva / Sociedad Espanola de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias* 2010;34(2):134-8.
41. Phillips M, Cataneo RN, Greenberg J, Grodman R, Gunawardena R, Naidu A. Effect of oxygen on breath markers of oxidative stress. *The European Respiratory Journal* 2003;21(1):48-51.
42. Valença S, Kloss ML, Bezerra FS, Lanzetti M, Silva FL, Porto LC. Efeitos da hiperóxia sobre o pulmão de ratos Wistar. *J Bras Pneumol [online]*2007;33(6): 655-662.
43. Dawson-Saunders B TR. *Basic & Clinical Biostatistics*. Paramount Publishing Business and Professional Group. 1994;2nd ed:14-44.
44. 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 Research International* 2015;2015:6.
45. Yousefi H, Vahdatnejad J, and Yazdannik AR. Comparison of the effects of two levels of negative pressure in open endotracheal tube suction on the physiological indices among patients in intensive care units. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research* 2014;(19):473-477.
46. Fernandez MD, Piacentini E, Blanch L, Fernandez R. Changes in lung volume with three systems of endotracheal suctioning with and without pre-oxygenation in patients with mild-to-moderate lung failure. *Intensive Care Medicine* 2004;30(12):2210-5.
47. Chicayban LMS, M. A; Fagundes, V.B. PEEP-ZEEP com compressão torácica e hiperinsuflação com ventilador mecânico: ensaio clínico cruzado randomizado. *Rev Bras Fisioter* 2010;14(Suppl.):1.
48. Auler JOC Jr, CM, Barbas CV, Saldiva PHN, Malbouisson LMS. The effects of positive end expiration pressure on respiratory system mechanics and hemodynamics in postoperative cardiac surgery patients. *Braz J Med Biol Res* 2000;33:31-42.
49. Auler JOC Jr FA, Coimbra VRM, Carvalho MJ. Estudo comparativo entre CO₂ obtido por capnografia e gasometria no pós-operatório de cirurgia cardíaca *Rev Bras Anesthesiol* 1990;40(5):311-8.
50. Coté CJ GE, Fuchsman WH, Hoaglin DC. The effect of nail polish on pulse oximetry. *Anesthesia and analgesia*. 1988;7:683-6.
51. Jubran A. Pulse oximetry. *Critical Care*. 1999;3(2):R11-R7.
52. Jubran A. Advances in respiratory monitoring during mechanical ventilation. *Chest* 1999;116(5):1416-25.
53. Helayel PE OFG, Marcon L, Pederneiras FH, Nicolodi MA. Gradiente SpO₂ - SaO₂ Durante Ventilação Mecânica em Anestesia e Terapia Intensiva. *Rev Bras Anesthesiol*. 2001;51(4):305-310.

54. Jubran A, Tobin MJ. Reliability of pulse oximetry in titrating supplemental oxygen therapy in ventilator-dependent patients. *Chest* 1990;97(6):1420-5.
55. Seguin P, Le Rouzo A, Tanguy M, Guillou YM, Feuillu A, Malledant Y. Evidence for the need of bedside accuracy of pulse oximetry in an intensive care unit. *Critical Care Medicine* 2000;28(3):703-6.
56. Torsani VMJ, Costa ELV. Monitorização na Insuficiência Respiratória Aguda. *Pneumologia Paulista* 2013;27(1):31-33.
57. Ghayumi SM, Khalafi-Nezhad A, Jowkar Z. Pulse oximeter oxygen saturation in prediction of arterial oxygen saturation in liver transplant candidates. *Hepatitis Monthly*. 2014;14(4):e15449.
58. Lopes CR SA, Simões MDJ, Angelis MA, Oliveira NML. Efeitos agudos da ventilação mecânica com hiperóxia na morfometria do diafragma de ratos. *Rev Bras Fisioter* 2009;13(6):487-92.
59. Pereira DM SI, Silva BAK, Aydos RD, Carvalho PTC, Odashiro AN, Oliveira LVF. Efeitos da Alta Concentração de Oxigênio (Hiperóxia) por Tempo Prolongado no Tecido Pulmonar de Ratos Wistar *Revista Biociências, UNITAU* 2008;14(2):100-16.
60. Bhandari V, Choo-Wing R, Lee CG, Zhu Z, Nedrelow JH, Chupp GL, et al. Hyperoxia causes angiopoietin 2-mediated acute lung injury and necrotic cell death. *Nature Medicine* 2006;12(11):1286-93.
61. McArthur CD, AARC. AARC Clinical Practice Guideline. Capnography/Capnometry during Mechanical Ventilation-2003 Revision & Update. *Respiratory Care* 2003;48(5):534-9.
62. Becker DE, Casabianca AB. Respiratory monitoring: physiological and technical considerations. *Anesthesia progress*. 2009 Spring;56(1):14-20.
63. Muñoz LB MS, Morales CP, Carro JS. Capnografía, la evolución en la monitorización del paciente crítico. *Zona TES* 2013 (1):16-23.
64. Bongard F, Sue D. Pulse oximetry and capnography in intensive and transitional care units. *The Western Journal of Medicine* 1992;156(1):57-64.
65. Giner J CP. Determinación de la pulsioximetría y de la capnografía en el laboratorio de función pulmonar. *Arch Bronconeumol* 2004;40:311-4.
66. Tavernier B, Rey D, Thevenin D, Triboulet JP, Scherpereel P. Can prolonged expiration manoeuvres improve the prediction of arterial PCO₂ from end-tidal PCO₂? *British Journal of Anaesthesia* 1997;78(5):536-40.
67. Ahmed F, Shafeeq AM, Moiz JA, Geelani MA. Comparison of effects of manual versus ventilator hyperinflation on respiratory compliance and arterial blood gases in patients undergoing mitral valve replacement. *Heart & Lung: the Journal of Critical Care* 2010;39(5):437-43.

68. Ntoumenopoulos G. Indications for manual lung hyperinflation (MHI) in the mechanically ventilated patient with chronic obstructive pulmonary disease. *Chronic Respiratory Disease* 2005;2(4):199-207.
69. Corley A, Spooner AJ, Barnett AG, Caruana LR, Hammond NE, Fraser JF. End-expiratory lung volume recovers more slowly after closed endotracheal suctioning than after open suctioning: a randomized crossover study. *Journal of Critical Care* 2012;27(6):742 e1-7.
70. Lachmann B. Open up the lung and keep the lung open. *Intensive Care Medicine* 1992;18(6):319-21.

Considerações Finais E DESDOBRAMENTOS FUTUROS

A AE é um dos diversos recursos que compõe o escopo da terapia respiratória para a remoção da secreção brônquica, sendo um procedimento comumente executado na prática clínica do Fisioterapeuta em pacientes que apresentam incapacidade de eliminar ativamente a secreção deslocada.

Com os resultados apresentados nesta tese, verificou-se que a prevenção da hipoxemia decorrente do procedimento de AE é eficientemente promovida com hiperoxigenação usando FiO_2 de 20% acima da basal. Confirmamos também por meio das variáveis da capnografia volumétrica o prejuízo na mecânica respiratória e mudanças no padrão de ventilação com AESA e, que essas alterações são rapidamente reversíveis e transitórias. Nossos achados também mostraram que a técnica de hiperinsuflação PEEP-ZEEP pode minimizar essas variações do padrão ventilatório, evitando o prejuízo da ventilação durante AESA, visto com a manutenção dos valores de $ETCO_2$.

A capnografia volumétrica vem mostrando uma importância clínica inestimável em fornecer informações imediatas de dados fisiológicos e prognósticos, bem como permite que os efeitos das intervenções terapêuticas sejam avaliados em pacientes críticos recebendo ventilação mecânica, como verificado neste estudo. É relevante a disseminação do seu uso na prática clínica, por ser um método não invasivo, de fácil acesso e interpretação.

Recomendamos a devida atenção à indicação precisa do procedimento de AE, segundo as diretrizes de prática clínica. Assim como, a avaliação das respostas individuais de cada paciente ao procedimento, tais como manifestações de ansiedade, desconforto, excitação, dor e tosse, que podem estar na dependência do nível de sedação, limiar de dor e estresse.

Em suma, seguir todas as recomendações das diretrizes de prática clínica tais como: indicação precisa e uso de hiperoxigenação adequada, cateter apropriado, tempo entre as aspirações, pressão de vácuo e manobras de recrutamento, torna a técnica viável e segura, evitando os efeitos adversos da AESA.

Acreditamos que o controle da instilação de solução salina, o respeito ao tempo máximo de 15s da aspiração, a explicação adequada do procedimento e, a otimização da sedação em casos de agitação persistente, possam minimizar o consumo de oxigênio e, a irregularidade da respiração devido à desadaptação ao ventilador mecânico.

Como desdobramentos nos parece adequado a realização de estudos sobre intervenções ainda sem esclarecimentos suficientes, como o uso da instilação de solução salina ou mudanças na resistência das vias aéreas, na forma de onda de fluxo e no espaço morto fisiológico. Podemos também ressaltar a necessidade de mais investigações a respeito de estratégias terapêuticas para otimizar a remoção de muco brônquico e manutenção das vias aéreas pérvias com uso do ventilador mecânico, assim como estratégias com potencial para melhorar a mecânica respiratória, e minimizar o desrecrutamento pulmonar com a AESA.

APÊNDICE

APÊNDICE A: Captação de dados de capnografia volumétrica durante método de hiperoxigenação.



Figura 1. Hiperoxigenação - Pré intervenção



Figura 2. Hiperoxigenação – Após 1 min da intervenção



Figura 3. Hiperoxigenação - Após 30 minutos da intervenção

APÊNDICE B: Captação de dados de capnografia volumétrica durante método de hiperoxigenação associada à técnica PEEP-ZEEP



Figura 1. Hiperoxigenação associado à PEEP-ZEEP - Pré intervenção



Figura 2. Hiperoxigenação associado à PEEP-ZEEP – Após 1 min da intervenção



Figura 3. Hiperoxigenação associado à PEEP-ZEEP – Após 30 min da intervenção

APÊNDICE C: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título do estudo: *Efeitos da Baixa Suplementação de Oxigênio e Hiperinsuflação Mecânica na Aspiração Endotraqueal de Pacientes Ventilados Mecanicamente*

Pesquisador(a) responsável: Jacqueline Rodrigues de Freitas Vianna

Instituição / Departamento: Centro de Ciências Biológicas e Saúde - Departamento de Fisioterapia da UFSCar e Santa Casa de Batatais

Endereço do(a) pesquisador(a) responsável: Av Comandante Salgado n° 428

Telefone do(a) pesquisador(a) responsável para contato: (16) 3761 7967 / 9967 9666

Local da coleta de dados: UTI da Santa Casa de Batatais – Batatais-SP

Prezado(a) Senhor(a):

- **Você está convidado(a) a permitir que o paciente internado na UTI da Santa Casa de Batatais participe desta pesquisa de forma totalmente voluntária.**
- Antes de concordar em permitir a participação do paciente nesta pesquisa, é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento.
- Os pesquisadores deverão responder a todas as suas dúvidas antes que você permita a participação do paciente.
- Você tem o direito de **desistir** da permissão da participação do paciente na pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade e sem o paciente perder os benefícios aos quais tenha direito.

Objetivo do estudo: Verificar em adultos ventilados mecanicamente, os efeitos da suplementação de 20% acima da oferta de oxigênio basal (Hiperoxigenação) no procedimento de aspiração de secreção endotraqueal (AE) por sistema aberto e do aumento da insuflação dos pulmões com auxílio do ventilador mecânico (Hiperinsuflação mecânica) com a técnica denominada PEEP-ZEEP modificada (Oferta de Pressão positiva ao final da expiração seguida da retirada desta pressão), no comportamento dos parâmetros de ventilação mecânica, variáveis hemodinâmicas, respiratórias, de mecânica respiratória e de capnografia volumétrica e, comparar os métodos de hiperoxigenação com 20% e com 100% e, a associação da suplementação de 20% da oferta basal de oxigênio com o método de hiperinsuflação mecânica.

Procedimentos: Serão coletados do prontuário do paciente os dados de diagnósticos clínicos, de exames laboratoriais e o sistema de pontuação de mortalidade estimada - APACHE II (*Acute physiology and Chronic Health disease Classification System II*), será realizado. As variáveis analisadas serão coletadas através de ficha protocolo em dois diferentes tratamentos associados à aspiração de secreção endotraqueal (AE). Um tratamento com dois protocolos de hiperoxigenação, com 20% acima da oferta de oxigênio basal do paciente e outro com ajuste de oferta a 100%. E o outro tratamento também com dois protocolos, um com hiperinsuflação mecânica com a técnica (PEEP- ZEEP modificada) com hiperoxigenação com 20% de oxigênio acima do basal e outro com a oferta de oxigênio basal. A técnica PEEP-ZEEP modificada, consistirá de incremento da PEEP até 15cmH₂O na fase inspiratória, limitando-se o pico de Pressão inspiratória (PPI) em 40cmH₂O, com

ajuste prévio do VC em 6mL/Kg e FR de 8 ciclos/min, por 1 minuto, seguindo com redução brusca da PEEP para zero (ZEEP) na fase expiratória; retornando-se o valor da PEEP e após 2 ciclos ventilatórios, repete-se a manobra 3 vezes antes de cada procedimento de aspiração endotraqueal.

O procedimento de AE somente será realizado mediante a sua indicação precisa e, será realizado sempre pelo mesmo avaliador, introduzindo o cateter de 3 a 5 vezes; com períodos entre as inserções de 30 segundos ou até que se restabeleça a saturação periférica de oxigênio (SpO_2) em caso de queda inferior a 90%, através de método de leitura não invasiva (oximetria), sendo este fato anotado. Será respeitado um tempo de aspiração de 10 segundos com total de 15seg desde a entrada até a retirada da sonda. A pressão negativa de vácuo (Sistema de aspiração de secreções) será padronizada entre 50mmHg a 70mmHg e, em presença de secreções espessas, será instilado soro fisiológico na cânula endotraqueal na quantidade de 0,5 a 5mL no máximo.

A ordem dos protocolos em cada tratamento será definida de forma randomizada por sorteio simples. O período entre a aplicação dos protocolos obedecerá à necessidade de aspiração do paciente, dentro de um intervalo máximo de 24hs do início da aplicação do primeiro protocolo, em ambos os tratamentos.

Os pacientes em ambos os tratamentos serão colocados na posição supina com cabeceira a 40° e balonete da cânula endotraqueal insuflado com pressão de 22mmHg. Previamente será avaliado o nível de consciência/sedação; tamanho da cânula; uso e dosagem de droga vasoativa e anotando-se os parâmetros gasométricos do dia (arterial e venosa). Após 10min na posição, imediatamente e trinta minutos após o procedimento de AE será avaliado os parâmetros ventilatórios (Fração inspirada de oxigênio (FiO_2), Pressão positiva inspiratória (PPI), Pressão média das vias aéreas (PmVA), Pressão controlada (PC), tempo inspiratório (Ti) Volume controlado (VC) Pressão de Suporte (PS), Pressão positiva ao fim da expiração (PEEP); mecânica respiratória (auto-PEEP, Complacência dinâmica (Cd), complacência estática (C_{ST}), Resistência das vias aéreas (RVA), volume aprisionado, volume expirado total, Pressão de oclusão em 100ms ($P_{0,1}$), Capacidade vital lenta (CVL), pressão inspiratória máxima (P_{Imax}); capnografia volumétrica (Pressão parcial de gás carbônico ao fim da expiração (ETCO₂), Relação entre o espaço morto anatômico e o volume corrente (V_d/V_t), Volume do espaço morto anatômico de cada respiração (V_d), Volume alveolar de cada respiração (V_a), Volume de CO₂ expirado por respiração (V_tCO_2), Eliminação de CO₂ por minuto corrigido (VCO_2 (STPD)) e Pressão parcial média de CO₂ ($PeCO_2$) e variáveis hemodinâmicas (PAS, PAD e PAM) e respiratórias (Frequência respiratória (FR) e Saturação periférica de oxigênio (SpO_2)). As variáveis SpO_2 e CO₂ exalado serão também avaliados após 1 minuto da suplementação de oxigênio e após cada introdução do cateter de aspiração.

Benefícios:

É evidente os benefícios da aspiração endotraqueal na manutenção das vias aéreas pérvias e, esse estudo busca o benefício de se ofertar menores concentrações de oxigênio que evitem a hipoxemia induzida pelo procedimento de aspiração endotraqueal e a oferta desnecessária da hiperoxigenação com 100% de oxigênio, rotineiramente utilizada nos procedimentos de aspiração endotraqueal de adultos ventilados mecanicamente. Assim como, a facilitação na remoção do muco brônquico com manutenção da complacência dinâmica e saturação de pulso de oxigênio (SpO_2) com a aplicação da técnica de hiperinsuflação mecânica (PEEP-ZEEP modificada).

Riscos:

Poucos relatos foram encontrados quanto a efeitos deletérios ou complicações com a técnica PEEP-ZEEP no nível de PEEP proposto, mostrando apenas risco de alterações na pressão arterial sistólica e pressão arterial média. Quanto à oferta de oxigênio, estudos relatam que a suplementação de 100% pode ser desnecessária por causar elevação excessiva da fração inspirada de O₂, com possível toxicidade. E quanto aos efeitos adversos que podem surgir

associados ao procedimento de aspiração endotraqueal, temos: aumento da pressão arterial do gás carbônico (PaCO₂), queda na saturação de pulso de oxigênio (SpO₂), diminuição da complacência pulmonar, traumas da mucosa traqueobrônquica, irritação nas vias aéreas com espasmo brônquico, taquipnéia, agitação, alterações na frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), da pressão arterial sistólica e diastólica (PAS e PAD), infecção e aumento da pressão intracraniana. Todas as medidas recomendadas para se evitar e/ou minimizar estes possíveis efeitos adversos serão tomadas.

Sigilo: As informações terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

Ciência e de acordo da participação (sujeito da pesquisa) pelo seu representante legal: Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto pelo (a) pesquisador (a), eu

RG: _____, estou de acordo como representante legal, permitir a participação do paciente nesta pesquisa, assinando este consentimento **em duas vias**, ficando com a posse de uma delas.

Batatais, ____/____/____.

Assinatura do sujeito de pesquisa ou Representante legal.

Assinatura do responsável pelo estudo.

Ciência e de acordo do pesquisador responsável:

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

Declaro que assinei 2 vias deste termo, ficando com 1 via em meu poder.

Assinatura do sujeito de pesquisa ou Representante legal.

ANEXO A: Comprovante de Submissão do Estudo I no Periódico *Respiratory Care*

Submission Confirmation

Thank you for your submission
Submitted to
Respiratory Care

Manuscript ID
RC-04665

Title
Changes in pulmonary ventilation and concentration oxygen less than 100% on Open
Endotracheal Suction: A Randomized Crossover Study using volumetric capnography

Authors
Vianna, Jacqueline
Di Lorenzo, Valeria Amorim
Simões , Miléa Mara
Jamami, Mauricio

Date Submitted
30-Nov-2015

ANEXO B: Comprovante de Submissão do Estudo II no Periódico *Journal of Critical Care*

Ms. Ref. No.: JCRC-D-15-00729

*Title: PEEP-ZEEP TECHNIQUE AND LOW HYPEROXYGENATION ON
ENDOTRACHEAL SUCTIONING: IMPACT ON SPO2 AND ETCO2*

Journal of Critical Care

27 Aug 2015

Dear Jacqueline RF Vianna,

Your submission entitled "PEEP-ZEEP TECHNIQUE AND LOW
HYPEROXYGENATION ON ENDOTRACHEAL SUCTIONING:IMPACT ON SPO2
AND ETCO2" has been assigned the following manuscript number: JCRC-D-15-00729.

You may check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System
as an author. The URL is <http://ees.elsevier.com/jcrc/>.

Your username is: jacrfvianna@uol.com.br

If you need to retrieve password details, please go to:
http://ees.elsevier.com/jcrc/automail_query.asp

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Diane McIntee, MS
Managing Editor

ANEXO C: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (006232/2013).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos da Baixa Suplementação de Oxigênio e Hiperinsuflação Mecânica na Aspiração Endotraqueal de Pacientes Ventilados Mecanicamente

Pesquisador: Jacqueline Rodrigues de Freitas Vianna

Versão: 2

CAAE: 11354813.1.0000.5504

Instituição Proponente: Departamento de Fisioterapia - Universidade Federal de São Carlos/UFSCar

Submetido em: 08/06/2013

Situação da Versão do Projeto: Aprovado

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 006232/2013

Indicação de relatoria: 14/02/2013

Parecer liberado: 28/02/2013

Avaliação dos Riscos e Benefícios: Adequados

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: A pesquisa trata de um tema interessante que visa determinar uma nova padronização de baixa oferta de oxigênio durante procedimento de aspiração endotraqueal (AE), assim como estabelecer o uso de uma técnica de remoção de muco que evite o prejuízo da ventilação durante a AE.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: Adequados

Recomendações: nada a declarar

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: nada a declarar

Situação do Parecer: Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP: Não



SÃO CARLOS, 28 de fevereiro de 2013

Maria Isabel Ruiz Beretta
(Coordenador)

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Telefone: (16)3351-9683

Município: SAO CARLOS

CEP: 13.565-905

E-mail: cephumanos@ufscar.br

ANEXO D: Protocolo de Registro no *Clinical Trials* - Trial Registration: NCT02440919

ClinicalTrials.gov PRS

Protocol Registration and Results System

Brief Title <small>ICMJE</small>	Oxygen Supplementation and Ventilator Hyperinflation in the Endotracheal Suction (OSVHES)
Official Title <small>ICMJE</small>	Effects of Low Oxygen Supplementation and Ventilator Hyperinflation in the Endotracheal Suction of Mechanically Ventilated Patients

Sponsor: Universidade Federal de Sao Carlos

Information provided by (Responsible Party): Jacqueline R F Vianna

ClinicalTrials.gov Identifier: ID: 11354813.1.0000.5504

Trial registration: NCT02440919

First Received Date <small>ICMJE</small>	March 3, 2015
Last Updated Date	September 22, 2015
Start Date <small>ICMJE</small>	June 2013
Primary Completion Date	January 2015 (final data collection date for primary outcome measure)

Brief Summary	<p>This is a double crossover study where all patients are randomly allocated to one of two treatment sequences associated with endotracheal aspiration. The first treatment (A) uses two suctioning methods for each patient: one involving hyperoxygenation with administration of 100% oxygen 1 minute before and after suction (intervention I), and the other hyperoxygenation with oxygen supply to 20% above basal offer (Intervention II) in the same way. The second treatment (B) uses a technique of hyperinflation with the mechanical ventilator (PEEP-ZEEP) associated with hyperoxygenation. The intervention I, uses PEEP-ZEEP offering 20% above basal oxygenation and intervention II uses the PEEP-ZEEP with basal oxygen supply in the same way. All subjects were randomly allocated using sealed envelopes to a treatment sequence A or B on Day 1. Patients received two treatments, at least four hours apart. The first treatment is in the morning and the alternate</p>
----------------------	--

treatment is performed in the afternoon. On Day 2 the order of the treatments was reversed using the same patient position sequence. The interventions I and II are performed at least 4 hours apart to minimize any carryover effect.

Estimated Study Completion Date: November 2015

ClinicalTrials.gov

A service of the U.S. National Institutes of Health

ClinicalTrials.gov is a registry and results database of publicly and privately supported clinical studies of human participants conducted around the world. Learn more [about clinical studies](#) and [about this site](#), including relevant [history, policies, and laws](#).