

NIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA
NÍVEL MESTRADO



GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA

**COMPARAÇÃO ENTRE EXTUBAÇÕES *ULTRA FAST-TRACK* E O *FAST-TRACK*
SOBRE A VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL AVALIADA PELA
TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA EM PACIENTES NO PÓS-
OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: estudo coorte prospectivo**

Recife
2019

GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA

**COMPARAÇÃO ENTRE EXTUBAÇÕES *ULTRA FAST-TRACK* E O *FAST-TRACK*
SOBRE A VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL AVALIADA PELA
TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA EM PACIENTES NO PÓS-
OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: estudo coorte prospectivo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Área de concentração: Avaliação e intervenção fisioterapêutica em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Daniella Cunha Brandão.

Coorientadora: Dr^ª. Helen Kerlen Bastos Fuzari.

Catálogo na fonte
Bibliotecária: Elaine Freitas, CRB4-1790

- L732c Lima, Gustavo Henrique Correia de
 Comparação entre extubações ultra fast-track e o fast-track sobre a ventilação pulmonar regional avaliada pela tomografia de impedância elétrica em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca: estudo coorte prospectivo/ Gustavo Henrique Correia de Lima. – 2020.
 125 f.
- Orientadora: Daniella Cunha Brandão.
 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde- CCS. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia. Recife, 2020.
- Inclui referências, apêndices e anexo.
1. Cirurgia torácica. 2. Extubação. 3. Unidades de terapia intensiva. 4. Ventilação não invasiva. 5. Tomografia de impedância elétrica. I. Brandão, Daniella Cunha (Orientadora). II. Título.
- 616.07 CDD (23.ed.) UFPE (CCS2020-084)

GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA

**“COMPARAÇÃO ENTRE EXTUBAÇÕES *ULTRA FAST-TRACK* E O *FAST-TRACK*
SOBRE A VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL AVALIADA PELA
TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA EM PACIENTES NO PÓS-
OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA: estudo coorte prospectivo”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Fisioterapia.

Aprovada em: 27/12/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Armêle Dornelas de Andrade (Examinador Interno)
Departamento de Fisioterapia/CCS/UFPE

Prof^ª. Dr^ª. Luciana Alcoforado Mendes da Silva (Examinador Externo)
Estácio do Recife/FIR

PhD. Caio César Araújo de Moraes (Examinador Externo)
Fellowship the University Harvard/Boston/USA

AGRADECIMENTOS

A realização da pós-graduação foi um objetivo que coloquei na minha vida desde o primeiro ano da graduação em Educação Física, época em que fui apresentado à carreira acadêmica pelo Prof. Dr. Sérgio Cahú. Em seguida fiz graduação em Fisioterapia, quando essa vontade ficou mais latente pela excelência nas aulas ministrada pelo Prof. Ms. Wildberg Alencar. De lá pra cá, passei por muitos lugares, conheci muitas pessoas, vivi muitas alegrias e poucas tristezas. Ao lembrar-me de tudo que passou, só tenho uma certeza: tudo isso valeu a pena, pois hoje sou, sem dúvida, uma pessoa realizada profissionalmente.

Inicialmente, gostaria de agradecer à Profa. Dra. Daniela Cunha Brandão, por acreditar no meu potencial acadêmico e por me oportunizar a realização deste sonho. Além disso, agradeço pela dedicada orientação, pelos diálogos e conselhos sempre importantes.

À Dra. Helen Kerlen Bastos Fuzari, pela colaboração na concepção e desenvolvimento da nossa revisão sistemática, por viabilizar a realização da pesquisa e principalmente pela amizade e companheirismo ao longo desses anos.

À Dra. Shirley Lima Campos, pela excelente disciplina de estatística e pela atenção dispensada ao longo destes anos de pós-graduação.

À Dra. Maria Inês Remígio de Aguiar e a Dra. Armêle Dornelas de Andrade, pelos comentários na fase de pré-banca, que sem dúvida foram essenciais para o desenvolvimento deste projeto.

À companheira de turma Ms. Juliana Andrade Ferreira de Souza, por todos os conselhos e disponibilidade em ajudar sempre, principalmente nesta reta final. Foi muito importante.

Aos participantes do nosso grupo do LACAP que confiaram neste trabalho e tiveram grande comprometimento com todos os nossos projetos. Além de voluntários, foram grandes amigos, com quem pude compartilhar muitas alegrias. Espero que a participação nos nossos projetos tenha sido tão boa e prazerosa quanto foi para mim.

A toda equipe da Unidade de Recuperação de Cirurgia Torácica – URCT do Hospital Real Português de Beneficência de Pernambuco, que possibilitou a realização das coletas, e que durante todo o período foi atenciosa e disponível em ajudar.

Ao Dr. Antônio Christian Evangelista Gonçalves e à Dra. Ana Paula, pela imensa dedicação na realização da anestesia e pelas sempre produtivas discussões acadêmicas.

À Dra. Catarina Rattes e ao Dr. Caio Moraes, pela contribuição extremamente importante para viabilizar a realização da pesquisa.

À Dra. Renata Pereira, pelo carinho e incentivo ao longo de todo este processo.

Aos funcionários da Universidade Federal de Pernambuco, especialmente a Niede, Juliana e Romildo, sempre prontos para ajudar.

Aos meus avós, que estão ao lado do nosso senhor Jesus Cristo, por todo o incentivo ao longo de todos os anos em que vivemos juntos e por acreditar que através do estudo eu poderia evoluir enquanto ser humano; à inicialmente minha namorada, e agora noiva, Dra. Cibelle Padilha, pela dedicação, compreensão, confiança e incentivo constante à minha formação. Sem sua ajuda e dedicação nada seria possível.

Ao CNPQ pelo apoio financeiro ao longo do programa de pós-graduação. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

As extubações *Ultra Fast-Track (eUFT)* e *Fast-Track (eFT)* têm sido inseridas nos protocolos de pós-operatório de cirurgia cardíaca, porém evidências do comportamento da distribuição regional da ventilação e aeração pulmonar para essa população não foram elucidadas na literatura científica. A tomografia de impedância elétrica (TIE) é uma ferramenta de tecnologia não invasiva aplicada por longos períodos sobre o mesmo paciente, permitindo um monitoramento constante e em tempo real acerca das alterações regionais da ventilação pulmonar. O objetivo desse estudo foi comparar a distribuição da ventilação e aeração pulmonar em pacientes no *Ultra Fast-Track (eUFT)* e *Fast-Track (eFT)* sob uso da ventilação não invasiva no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Trata-se de um estudo transversal, em que os pacientes foram alocados em dois grupos: grupo-*eUFT*, no qual os pacientes eram extubados dentro do bloco cirúrgico (BC); e grupo-*eFT*, no qual eram extubados na Unidade de Recuperação de Cirurgia Torácica (URCT) em até 6 horas de assistência ventilatória mecânica (AVM). Todos os pacientes realizaram ventilação não invasiva (VNI) após a extubação, independentemente do grupo ao qual pertenciam. Todas as avaliações foram realizadas em cinco momentos distintos, nos quais houve avaliação da ventilação e aeração pulmonar através da tomografia de impedância elétrica (TIE); análises de gases sanguíneo pela gasometria arterial; além dos sinais clínicos e hemodinâmicos para os tempos Pré-VNI, VNI – 5 minutos, VNI – 55 minutos, Pós VNI – 1 minuto e Pós VNI – 60 minutos. Em todos os tempos e para todos os pacientes foram realizadas a análise da ventilação e aeração regional pulmonar. Não houve diferença significativa para a distribuição da ventilação (DV) e aeração entre os grupos *Ultra Fast-Track* e *Fast-Track*, bem como os grupos foram semelhantes durante a análise gasimétrica, com exceção do IO, o qual foi menor no grupo-*eUFT* quando comparado ao grupo-*eFT* ($p < 0,05$) no primeiro momento avaliado, tornando-se, entretanto, semelhante ao final do estudo. Este estudo demonstrou que a TIE é capaz de monitorar a distribuição regional e a ventilação pulmonar em pacientes com extubação *Ultra Fast-Track* e *Fast-Track* após cirurgia cardíaca. Além disso, a distribuição da ventilação pulmonar se comporta de forma homogênea entre a extubação *Ultra Fast-Track* e *Fast-Track* nessa população.

Palavras-chave: Cirurgia torácica. Extubação. Unidades de terapia intensiva. Ventilação não invasiva. Tomografia de impedância elétrica.

ABSTRACT

Ultra Fast-Track (eUFT) and *Fast-Track (eFT)* extubation have been included in postoperative cardiac surgery protocols, but evidence of the regional distribution of ventilation and pulmonary aeration for this population has not been elucidated in the scientific literature. Electrical Impedance Tomography (EIT) is a noninvasive technology tool applied over long periods to the same patient allowing constant real-time monitoring of regional changes in lung ventilation. The aim of this study was to compare the distribution of ventilation and pulmonary aeration in patients on *Ultra Fast-Track (eUFT)* and *Fast-Track (eFT)* using noninvasive ventilation after cardiac surgery. This is a cross-sectional study in which patients were allocated into two groups: *eUFT*-group in which patients were extubated within the operating room (BC) and *eFT*-group in which patients were extubated in the Thoracic Surgery Recovery Unit (URCT) within 6 hours of mechanical ventilatory assistance (MVA). All patients underwent noninvasive ventilation (NIV) after extubation, regardless of which group they belonged to. All evaluations were performed at five different times: ventilation and aeration pulmonary were assessed by EIT, blood gas analysis by arterial blood gas analysis, clinical and hemodynamic signals for the following times: Pre-NIV, NIV - 5 minutes, NIV - 55 minutes, Post NIV - 1 minute and Post NIV - 60 minutes. At all times and for all patients, the analysis of regional pulmonary ventilation and aeration was performed through the EIT. There was no significant difference for ventilation (DV) and aeration distribution between the *Ultra Fast-Track* and *Fast-Track* groups, and the groups were similar during the gas analysis, except for I/O, which was lower in the *eUFT*-group. when compared to the *eFT*-group ($p < 0.05$), in the first moment evaluated, becoming, however, similar at the end of the study. This study demonstrated that TIE is able to monitor regional distribution and pulmonary ventilation in patients on *Ultra Fast-Track* and *Fast-Track* after cardiac surgery. In addition, pulmonary ventilation distribution behaves homogeneously between *Ultra Fast-Track* and *Fast-Track* extubation in this population.

Keywords: Thoracic surgery. Airway extubation. Intensive care units. Noninvasive ventilation. Electrical impedance tomography.

LISTA DE FIGURAS

DISSERTAÇÃO

Figura 1 - Tomografia de Impedância Elétrica.....	31
Figura 2 - Instalação da cinta da TIE.....	32
Figura 3 - Coleta da dados em respiração espontânea.....	33
Figura 4 - Coleta de dados em VNI.....	34
Figura 5 - Tela do programa EIT <i>Analisis Tools</i>	35
Figura 6 - Tela do programa EIT <i>Analisis Tools</i>	36
Figura 7 - Tela do programa EIT <i>Analisis Tools</i>	37
Figura 8 - Tela do programa EIT <i>Analisis Tools</i>	38

ARTIGO

Figura 1 - Protocolo experimental.....	56
Figure 2 - Fluxograma de captação e acompanhamento dos participantes.....	71
Figure 3 - Comportamento do VC entre os grupos avaliado pela TIE.....	72
Figure 4 - Relação de homogeneidade de DV entre os grupos	73
Figure 5 - Comportamento da $\Delta EELZ$ global.	74
Tabela 1 - Características clínicas da amostra.....	75
Tabela 2 - Correlação do VC pelo pneumotacógrafo.....	76
Tabela 3 - Sinais clínicos e hemodinâmicos da amostra durante o seguimento.....	77
Tabela 4 - Análise da gasometria arterial nos subgrupos.....	78

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AVM	Assistência ventilatória mecânica
eUFT	Extubação ultra fast-track
eFT	Extubação fast-track
UTI	Unidade de terapia intensiva
PEEP	Pressão positiva ao final de expiração
VNI	Ventilação não invasiva
BC	Bloco cirúrgico
TIE	Tomografia de impedância elétrica
PaO ₂	Pressão arterial de oxigênio
PvO ₂	Pressão venosa de oxigênio
SUS	Sistema único de saúde
PAV	Pneumonia associada à ventilação
CEC	Circulação extracorpórea
BIS	Índice bispectral
Z	Impedância
V	Tensão
I	Corrente
VM	Ventilação mecânica
TC	Tomografia computadorizada
V/Q	Relação ventilação perfusão
IRpA	Insuficiência respiratória aguda
BiPaP	Pressão positiva em vias aéreas em dois níveis
CPAP	Pressão positiva contínua nas vias aéreas
IPAP	Pressão positiva inspiratória na via aérea
EPAP	Pressão positiva expiratória na via aérea
CRF	Capacidade residual funcional
SDRA	Síndrome do desconforto respiratório agudo
URCT	Unidade de reabilitação cardiorácica
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
DCV	Doença cardiovascular
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica

ASA	American society of anesthesiologists
FEVE	Fração de ejeção do ventrículo esquerdo
TGO	Transaminase glutâmica oxalacética
TGP	Transaminase glutâmica pirúvica
PCR	Proteína C reativa
CRM	Cirurgia de revascularização do miocárdio
TV	Troca valvar
IMC	Índice de massa corpórea
pH	Potencial hidrogeniônico
PaCO ₂	Pressão arterial de gás carbônico
PvCO ₂	Pressão venosa de gás carbônico
HCO ₃	Bicarbonato
Hb	Hemoglobina
Ht	Hematócrito
BE	Base excesso
SpO ₂	Saturação periférica de oxigênio
SvO ₂	Saturação venosa de oxigênio
PaO ₂ /FiO ₂ (I/O)	Índice P/F
CaO ₂	Conteúdo arterial de oxigênio
D(A-a)O ₂	Diferença alvéolo-arterial de oxigênio
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
PAM	Pressão arterial média
ΔEELZ	Variação de impedância elétrica expiratória final
DV	Distribuição da ventilação
ΔZ	Variação de impedância elétrica
ROIs	Regiões de interesses
Vt	Volume corrente
AU	Unidades arbitrárias
L	Litros

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	APRESENTAÇÃO.....	14
2	REFENRENCIAL TEÓRICO	16
2.1	CIRURGIA CARDÍACA E COMPLICAÇÕES PÓS-OPERATÓRIAS	16
2.2	EXTUBAÇÕES ULTRA FAST-TRACK E FAST-TRACK CARDÍACO.....	17
2.3	VNI NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA.....	20
2.4	TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA.....	22
3	JUSTIFICATIVA	25
4	HIPÓTESES.....	26
5	OBJETIVOS	27
5.1	OBJETIVO GERAL.....	27
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	28
6.1	ASPECTOS ÉTICOS	28
6.2	DELINEAMENTO DO ESTUDO	28
6.3	POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	28
6.4	CÁLCULO AMOSTRAL	29
6.5	COLETA DOS DADOS.....	30
6.5.1	Monitorização da ventilação e aeração pulmonar regional.....	31
6.6	ANÁLISE OFF-LINE DOS DADOS DA TIE.....	34
6.6.1	Mapeamento da distribuição da ventilação pulmonar regional.....	35
6.6.2	Medida da aeração pulmonar regional.....	38
6.7	DEFINIÇÃO E CATEGORIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS.....	38
6.7.1	Variáveis independentes.....	38
6.7.2	Variáveis dependentes	39
6.7.3	Variáveis de controle	39
6.8	DESFECHO PRIMÁRIO	40
6.9	DESFECHOS SECUNDÁRIOS	40
7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	41

8	RESULTADOS.....	42
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
	REFERÊNCIAS.....	44
	APÊNDICE A – ARTIGO 1 - ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO REGIONAL EM PACIENTES SUBMETIDOS A EXTUBAÇÃO <i>FAST-TRACK</i> E <i>ULTRA FAST-TRACK</i> SEGUIDOS DE VENTILAÇÃO NÃO-INVASIVA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA.....	50
	APÊNDICE B – ARTIGO 2 – ARE ALVEOLAR RECRUITMENT MANEUVERS AND PEEP VENTILATION EFFECTIVE THE INTRAOPERATIVE PERIOD OF LAPROSCOPIC BARIATRIC SURGERY? A SYSTEMATIC REVIEW.....	79
	APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	115
	ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA.....	119

1 INTRODUÇÃO

No início dos anos 1990, os pacientes submetidos a cirurgia cardíaca permaneciam por longos períodos sob assistência ventilatória mecânica (AVM). Desse modo, contribuía-se para o aumento da morbimortalidade, assim como do custo hospitalar (CHENG, 1996; HAWKES *et al.*, 2003; LOOP, 1995). Ao longo dessa década, houve um aumento dos diagnósticos de cardiopatias com indicações cirúrgicas e, portanto, do volume cirúrgico (ENGELMAN *et al.*, 1994; HIGGINS, 1992; MYLES *et al.*, 2003; ZHU *et al.*, 2012). Nesse sentido, atentou-se para a necessidade de implementação de estratégias visando recuperações rápidas e seguras, que reduzissem a morbimortalidade e os custos hospitalares (ENGELMAN *et al.*, 1994; HIGGINS, 1992; MYLES *et al.*, 2003; ZHU *et al.*, 2012).

Desta forma, a técnica de extubação precoce começou a ser implantada em alguns centros de cirurgia cardíaca (KIANFAR *et al.*, 2015; YOUSSEFI *et al.*, 2015). Conhecida na literatura como extubação *Ultra Fast-Track (eUFT)* e extubação *Fast-Track (eFT)*, estas são técnicas que envolvem vários componentes de cuidados aos pacientes. As principais diferenças entre elas são o local onde o paciente é extubado e o tempo de permanência na AVM (CHENG, 1998; KIANFAR *et al.*, 2015). O incentivo à extubação precoce deve ser enfático, uma vez que esta contribui para a redução da permanência dos pacientes na unidade de terapia intensiva (UTI), reduz o custo e melhora o serviço hospitalar (FLYNN *et al.*, 2004b; HAWKES *et al.*, 2003).

Normalmente a cirurgia cardíaca eletiva é rápida e sem complicações (WYNNE *et al.*, 2004). No entanto, devido à esternotomia, efeitos anestésicos e dor pós-operatória, algumas complicações pulmonares podem se manifestar de forma precoce (JABER *et al.*, 2010; SIMONNEAU *et al.*, 1983; TAGGART *et al.*, 1993), como, por exemplo, a atelectasia e o derrame pleural (LINDBERG *et al.*, 1992; MAGNUSSON *et al.*, 1997). Apesar dessas complicações serem prevenidas pelo uso de pressão positiva ao final da expiração (PEEP) (ZARBOCK *et al.*, 2009), essa pressão na via aérea é perdida logo após a extubação e, desta forma, a desinsuflação das aéreas pulmonares começa rapidamente (MAGNUSSON *et al.*, 1997).

Uma alternativa considerada eficaz para prevenir complicações pulmonares após cirurgia cardíaca é a ventilação não invasiva (VNI) (DUNCAN *et al.*, 1987; KINDGEN-MILLES *et al.*, 2002; SQUADRONE *et al.*, 2005). A VNI consiste na aplicação de um suporte ventilatório ao paciente em respiração espontânea por meio de máscaras nasais ou faciais, evitando assim, recorrer a métodos invasivos (JABER *et al.*, 2010). No estudo de ZARBOCK e colaboradores (2009), foram investigados os efeitos da VNI profilática em 468 pacientes submetidos a cirurgia cardíaca, os quais foram extubados dentro do bloco cirúrgico (BC) ou dentro da UTI. Apesar de ser observada uma redução na relação do índice de oxigenação (I/O) no grupo que foi extubado dentro do BC quando comparado ao grupo extubado dentro da UTI, durante o uso da VNI o I/O aumentou significativamente para ambos os grupos da intervenção. No entanto, após o uso da VNI o comportamento do I/O para os pacientes extubados dentro de UTI voltou aos valores basais e para os pacientes que foram extubados dentro do BC permaneceu significativamente elevado ($p < 0,05$).

Em cirurgia cardíaca, os estudos mostram que a extubação *Ultra Fast-Track* e *Fast-Track* está associada a recuperação mais rápida do paciente, menor tempo de internamento hospitalar, menor permanência na UTI e redução de gastos com a saúde (FLYNN *et al.*, 2004a; HÄNTSCHEL *et al.*, 2009; HAWKES; DHILEEPAN; FOXCROFT, 2003; LIMA *et al.*, 2019; SALHIYYAH *et al.*, 2011). Outros estudos também mostram a avaliação pulmonar através de informações globais, como por exemplo oxigenação arterial e mecânica pulmonar (KARSTEN *et al.*, 2015; ZARBOCK *et al.*, 2009). No entanto, com o avanço tecnológico, a tomografia de impedância elétrica (TIE) pode ajudar a compreender se mudanças na distribuição regional da ventilação pulmonar podem estar associadas a esses desfechos clínicos e fisiológicos. Além disso, nenhum estudo se propôs, até o momento, a investigar o comportamento pulmonar, através da TIE, em pacientes submetidos à *eUFT* e *eFT* após cirurgia cardíaca.

1.1 APRESENTAÇÃO

Esta dissertação integra a linha de pesquisa “Instrumentação e intervenção fisioterapêutica” e está vinculada à sublinha “AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA EM PACIENTES SUBMETIDOS A CIRURGIAS TORACOABDOMINAIS” sob a orientação da docente Daniella Cunha Brandão, do

Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fisioterapia. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar (LACAP), do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e é descrito ao longo do texto, atendendo às normas vigentes do Programa. Nesta dissertação, é apresentado um estudo no formato de artigo original, sendo este um estudo transversal. Paralelamente ao projeto, foi desenvolvido outro artigo de revisão sistemática com metanálise. O artigo proveniente desta dissertação é “Análise de distribuição da ventilação regional em pacientes submetidos a *fast-track* e *ultra fast-track* seguidos de ventilação não invasiva no pós-operatório de cirurgia cardíaca”, a ser submetido ao *Acta Anaesthesiologica Scandinavica Journal*. Já o artigo de revisão sistemática é intitulado “Manobras de recrutamento alveolar e ventilação com PEEP são eficazes no intraoperatório de cirurgia bariátrica por laparoscopia? Uma revisão sistemática”, tendo sido submetido ao “Anesthesia-Analgesia”, com Qualis A2.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CIRURGIA CARDÍACA E COMPLICAÇÕES PÓS-OPERATÓRIAS

No Brasil, com o aumento da população idosa e suas comorbidades (BOCCHI *et al.*, 2012), a demanda por cirurgia cardíaca cresce consideravelmente, o que reflete um maior recrutamento financeiro dos recursos de saúde. Sendo assim, registros mostram que, entre o mês de outubro de 2018 e 2019, ocorreram 25.139 cirurgias cardíacas, distribuídos entres as Regiões Norte (852), Nordeste (4.114), Sudeste (10.260), Sul (8.386) e Centro-Oeste (1.527) (DATASUS, 2019). O Sistema Único de Saúde (SUS) realiza a maior parte das cirurgias cardíacas no Brasil, atendendo principalmente aos pacientes de condições socioeconômicas mais desfavoráveis (TITINGER *et al.*, 2015). No InCor-HC/FMUSP, o número de cirurgias cardiovasculares no domínio SUS corresponde a aproximadamente 80% do total. Para a saúde pública no Brasil o governo direcionou cerca de US\$ 157,00 que somados aos gastos privados chegam a US\$ 290 por habitante/Ano (H/A), ou seja, 7,6% do PIB (TITINGER *et al.*, 2015).

Em virtude do desenvolvimento tecnológico e dos resultados favoráveis à recuperação da saúde miocárdica, a cirurgia cardíaca ganha relevância clínica e torna-se uma das intervenções mais realizadas em todo o mundo (COSTA *et al.*, 2015). Além disso, com os avanços técnicos e científicos no âmbito da cirurgia cardíaca, os pacientes beneficiam-se de um procedimento seguro, bem como de uma recuperação mais rápida (HEAD *et al.*, 2013).

Apesar de todo o progresso neste campo, desde a esfera farmacológica até os procedimentos cirúrgicos, algumas complicações clínicas e pulmonares são observadas no pós-operatório de cirurgia cardíaca (HULZEBOS *et al.*, 2003; WYNNE *et al.*, 2004). No que diz respeito às complicações pulmonares, elas se manifestam precocemente (JABER *et al.*, 2010; TAGGART *et al.*, 1993), geralmente secundária à esternotomia, à indução anestésica e dor pós-operatória (BADENES *et al.*, 2015). Esses fatores induzem modificações na função respiratória que podem levar a hipoxemia arterial, redução do volume pulmonar e atelectasia (WARNER, 2000). Todos esses, em conjunto, podem alterar a relação ventilação perfusão (V/Q), favorecer a insuficiência respiratória aguda

(IRpa) (JABER *et al.*, 2010; WYNNE *et al.*, 2004), pneumonia e, em casos raros, a lesão pulmonar aguda (CHRISTENSON *et al.*, 1996).

A atelectasia pulmonar é uma das principais causas de complicações respiratórias no pós-operatório de cirurgia torácica (LINDBERG *et al.*, 1992; MAGNUSSON *et al.*, 1997). Sua associação com a perda de unidades alveolares tem sido reconhecida como importante mecanismo fisiopatológico responsável pela hipoxemia no pós-operatório cardíaco (LINDBERG *et al.*, 1992). Embora a manutenção da AVM apresente uma correlação direta com doença pulmonar e, com isso, aumentando a mortalidade (JABER *et al.*, 2010), a formação de atelectasias pode ser prevenida pela aplicação de pressão positiva expiratória final (PEEP) (ZARBOCK *et al.*, 2009).

2.2 EXTUBAÇÕES ULTRA FAST-TRACK E FAST-TRACK CARDÍACO

Grande parte dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca permanecem por longos períodos sob assistência ventilatória mecânica (AVM), em consequência de altas doses de analgésicos e opióides (HAWKES, 2003). Os opióides de longa duração são utilizados em doses elevadas para suprir uma resposta ao estresse hormonal e metabólico causado pela cirurgia cardíaca, o que pode provocar efeitos acumulativos, como depressão do sistema respiratório, além de aumentar o tempo sob AVM e o custo hospitalar (CHENG *et al.*, 1996; LOOP, 1995; MADDALI *et al.*, 2006).

Ao mesmo tempo que, no início da década de 1990, aumentava-se a demanda por cirurgia cardíaca e os custos com os cuidados à saúde dos pacientes (LOOP, 1995), foi observado que a extubação precoce surgia como alternativa relevante para uma recuperação mais rápida e segura (ENGELMAN *et al.*, 1994; HIGGINS, 1992), sem aumentar a mortalidade para esses pacientes (MYLES *et al.*, 2003; ZHU *et al.*, 2012). Embora, os recursos médico-assistenciais fossem escassos nesta época, também foi vislumbrada a necessidade de melhorias hospitalares como essenciais para recuperação dos pacientes cardíacos. Nesse sentido, YOUSSEFI e colaboradores (2015) descreveram a importância de uma unidade de recuperação especializada em cirurgia cardíaca separada das demais Unidades de Terapia Intensiva (UTIs) como alternativa para reduzir o custo e acelerar o processo de recuperação nesta população.

Para atender a todas essas demandas, nos últimos 10 anos, alguns centros de cirurgia torácica vêm inserindo em seus protocolos a extubação precoce (YOUSSEFI *et al.*, 2015) e, mais recentemente, a extubação ultra-precoce (KIANFAR *et al.*, 2015). Apesar de ser algo mais complexo, tais procedimentos são geralmente citados na literatura como extubação *Fast-Track* (eFT) e extubação *Ultra Fast-Track* (eUFT). Sendo assim, a eFT é entendida como o processo que leva os pacientes à descontinuação da ventilação mecânica e à remoção do tubo endotraqueal em até 6 horas dentro da UTI (CHENG *et al.*, 1998; KARAMAN *et al.*, 2015; MYLES *et al.*, 2003). Já para a eUFT, a ventilação mecânica, com remoção do tubo endotraqueal, é descontinuada dentro do bloco cirúrgico (BC) em até 30 minutos após cirurgia e, portanto, considera-se zero o tempo de AVM (KIANFAR *et al.*, 2015). Essas abordagens só foram possíveis graças aos avanços consideráveis nas áreas de anestesia, cirurgia, perfusão, além de melhoria na assistência pós-operatória de cirurgia cardíaca (CHENG *et al.*, 1996; JUCÁ *et al.*, 1997; KIANFAR *et al.*, 2015).

Desse modo, as técnicas de extubação precoce tornam-se componentes importantes para a redução da permanência dos pacientes na UTI, diminuição dos custos e melhoria dos serviços hospitalares (FLYNN *et al.*, 2004b; HAWKES *et al.*, 2003). Como constatado por Flynn e colaboradores (2004), a eFT cardíaco aumentou a produtividade hospitalar em 15% e ainda contribuiu para disponibilizar mais leitos nas UTIs. Além disso, outros estudos reportaram redução nos custos, no que diz respeito aos cuidados no pós-operatório da eFT cardíaco, entre 8% e 52% quando comparado com a intervenção convencional nas unidades de terapia intensiva (UTI) (HÄNTSCHEL *et al.*, 2009; SALHIYYAH *et al.*, 2011).

Em pacientes com alto risco de complicações no transoperatório, como o transplante cardíaco, a extubação precoce mostra-se eficiente em reduzir o tempo de internação e sem diagnóstico para pneumonia associada à ventilação (PAV). KIANFAR e colaboradores (2015) demonstraram a segurança e eficácia da eUFT em 23 pacientes submetidos ao transplante do coração. Seus resultados foram enfáticos ao demonstrar, tanto para o tempo médio da AVM quanto para o tempo de permanência na UTI, que no grupo eUFT ($36,2 \pm 12,3$ minutos; $1,72 \pm 1,5$ dias) seus achados foram significativamente menores ($p < 0,05$) quando comparados aos do grupo extubação tardia ($28,7 \pm 9,6$ horas; $4,2 \pm 1,2$ dias), respectivamente. Além disso, nenhum paciente do grupo eUFT teve diagnóstico para PAV, em contrapartida, três pacientes do grupo extubação tardia apresentaram PAV ($p < 0,05$). Já para os fatores idade, peso

corporal e tempo de circulação extracorpórea (CEC) não foram observadas diferenças significativas para ambos os grupos.

Para o risco de morte e complicações após procedimento de cirurgia cardíaca, os estudos evidenciam não haver associação direta quando o paciente é submetido a eFT cardíaco e/ou a baixa dose de opióide (ZHU et al., 2012). Zhu e colaboradores (2012), em sua revisão sistemática com metanálise, investigaram a segurança da eFT cardíaco ao examinar 25 ensaios, envolvendo aproximadamente 4.000 pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. Inicialmente foi realizada a comparação entre os pacientes que foram submetidos à anestesia geral com baixa dose de opióide, pacientes que foram extubados precocemente, além da comparação com os tratamentos convencionais. Seus achados não revelaram diferença significativa para o risco de mortalidade no primeiro ano pós-operatório, tanto para o grupo com baixa dose de opióide (RR:0.58; IC: 95%; 0.28-1.18) quanto para o grupo extubação precoce (RR:0,84; IC: 95%, 0.40-1.75). Além disso, não foram observadas diferenças entre os grupos para a incidência de complicações pós-operatórias, como infarto do miocárdio, reintubação, insuficiência renal aguda, sangramento aumentado, acidente vascular cerebral, sepse e infecção de ferida operatória. Também foi constatado redução no tempo da extubação para o grupo com baixa dose de opióide, bem como para o grupo extubação precoce com média de 7,4 e 5,9 horas, da mesma maneira para o tempo de permanência na UTI, que foi de 3,7 e 5,1 horas, respectivamente. Entretanto, apesar de todos os cuidados aos pacientes submetidos a eFT cardíaco, os ensaios não foram suficientes para demonstrar uma associação com redução do tempo de permanência hospitalar.

O mesmo foi visto por MYLES e colaboradores (2003), em sua revisão sistemática, que envolveu 10 ensaios clínicos, incluindo 1.800 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Além de não ter sido evidenciado aumento da mortalidade e morbidade, também foi vista redução significativa para o tempo de AVM, assim como para o tempo de estadia na UTI em pacientes submetidos a eFT. Da mesma forma que YOUSSEFI e colaboradores (2015), demonstraram não haver correlação para o risco de morte quando o paciente é submetido a eFT cardíaco e que seus resultados mostram-se condizentes com a literatura existente sobre a segurança e eficácia da técnica de eFT cardíaco.

Garantir uma recuperação mais rápida, segura e sem complicações é uma tendência dos grandes centros de cirurgia cardíaca. Desse modo, as técnicas de *extubação Ultra Fast-*

Track e *Fast-Track* cardíaco devem ser entendidas como processos baseados em evidências para melhorar o atendimento dos pacientes cirúrgicos, sendo clinicamente e economicamente relevantes, pois permitem um maior fluxo na sala cirúrgica (DJAIANI et al., 2001; FLYNN et al., 2004b) e um menor tempo de internamento na UTI (KOBAYASHI et al., 2016; ZETTERVALL et al., 2016). No entanto, ainda faltam ensaios clínicos sobre quais técnicas de extubação precoce facilitam a rápida recuperação sem aumentar a mortalidade para pacientes submetidos a cirurgia cardíaca.

Outro ponto importante são os vários fatores que interferem na extubação precoce, como a redução na oxigenação, instabilidade hemodinâmica, estado de hipotermia (SWINIARSKI et al., 2015), redução da função renal, depressão respiratória por analgesia, idade, tempo de CEC, EuroSCORE e tempo de clampeamento aórtico (YOUSSEFI et al., 2015). Além disso, o sucesso para extubação precoce requer um plano médico multidisciplinar com colaboração multiprofissional em centros apropriados para que se tenha melhores resultados em cirurgia cardíaca (YOUSSEFI et al., 2015). No entanto, ainda faltam diretrizes práticas sobre quais condições e fatores podem ser essenciais para que se decida a técnica de extubação precoce que deve ser empregada.

2.3 VNI NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA

A ventilação não invasiva (VNI) vem sendo considerada uma alternativa eficaz para prevenir complicações respiratórias após cirurgia cardíaca. O uso de pressão de suporte com PEEP (BiLevel), bem como pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), são métodos aplicados de forma não invasiva por meio de máscaras nasais ou faciais em pacientes sob respiração espontânea (JABER *et al.*, 2010). Sua utilização pode prevenir colapso das unidades alveolares, aumentar a capacidade residual funcional (CRF) (DUNCAN et al., 1987) e oxigenação arterial (KINDGEN-MILLES et al., 2002; SQUADRONE et al., 2005), além de reduzir o trabalho respiratório e a pré-carga cardíaca (LENIQUE et al., 1997). Além do mais, quando iniciado de forma profilática pode diminuir a incidência de intubação endotraqueal (KINDGEN-MILLES et al., 2002; ZARBOCK et al., 2009), pneumonia, propiciar a redução do tempo de permanência e da taxa de readmissão na UTI (SQUADRONE et al., 2005; ZARBOCK et al., 2009) e hospitalar (KINDGEN-MILLES et al., 2002).

Neste contexto, ZARBOCK e colaboradores (2009) conduziram um ensaio clínico prospectivo e randomizado sobre o efeito do CPAP (10 cmH₂O) profilático em 468 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Foram avaliadas as diferenças entre o grupo controle e o grupo intervenção separadamente, de forma que foram formados quatro grupos: extubação precoce (intervenção n = 86; e controle n = 90) e extubação tardia (intervenção n = 146 e controle n = 146). Os autores reportaram não haver diferença significativa nos dois grupos da extubação tardia (intervenção e controle) para o desfecho tempo de AVM, sendo $6,2 \pm 0,5$ h e $6,0 \pm 0,7$ h, com $p > 0,05$, respectivamente. Em relação ao índice de oxigenação (I/O), logo após à extubação, foi evidenciada uma redução significativa no grupo extubação precoce, quando comparado ao grupo extubação tardia, com $p < 0,05$. Entretanto, com o uso do CPAP profilático, o I/O aumentou significativamente para ambos os grupos intervenção. Sendo que, ao final do CPAP, apenas para o grupo extubação precoce a relação I/O permaneceu significativamente aumentada quando comparada ao seu controle. Para as variáveis hemodinâmica (FC e PAM) não foram relatadas diferenças significativas para os quatro grupos em todo o seguimento. Os autores também reportaram a incidência de complicações pulmonares que foram significativamente menores nos pacientes que fizeram uso do CPAP profilático (grupo intervenção 5,17%) quando comparados aos pacientes que não fizeram o seu uso (grupo controle 10,59%). Entretanto, similar efeito foi observado para a taxa de readmissão na UTI. Além disso, não foi demonstrada diferença significativa entre os grupos intervenção e controle quanto ao período de permanência na UTI (intervenção, $27 \pm 1,6$ h; controle, $28 \pm 1,7$ h; $p > 0,05$) e hospitalar (intervenção, $13 \pm 0,5$ dias; controle, $14 \pm 0,6$ dias; $p > 0,05$).

É fato que a assistência ventilatória mecânica (AVM) desempenha um papel essencial para o tratamento do paciente crítico e do pós-operatório (KARSTEN et al., 2015). A manutenção da PEEP, apesar de prevenir a atelectasia pulmonar (HALTER et al., 2003), pode levar a uma hiperdistensão dos alvéolos e, desta forma, contribuir para o desenvolvimento da lesão pulmonar induzida pela ventilação mecânica (KARSTEN et al., 2015). Além de que os métodos empregados para avaliar a função pulmonar durante o pós-operatório de cirurgia cardíaca baseiam-se em informações globais, como por exemplo a oxigenação e mecânica pulmonar (KARSTEN et al., 2015). Para mais, a falta de homogeneidade na ventilação regional é comum não apenas em pacientes com síndrome da angustia respiratória aguda (SARA) (CRESSONI et al., 2014), mas também sob AVM no transoperatório (BIKKER et al., 2011). Do contrário, mostra-se a VNI nos pacientes submetidos a eFT cardíaco que

melhora não apenas a oxigenação arterial, como também reduz as complicações pulmonares e evita reintubação no pós-operatório de cirurgia cardíaca (ZARBOCK et al., 2009).

2.4 TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA

A tomografia de impedância elétrica (TIE) é uma tecnologia de imagem funcional não invasiva e livre de radiação, que permite ao paciente à beira do leito realizar uma monitorização da ventilação pulmonar em tempo real durante a AVM e/ou respiração espontânea (FRERICHS *et al.*, 2014; PUTENSEN *et al.*, 2019). Além disso, é simples seu manuseio, não apresenta efeitos adversos ao paciente e ainda oferece informações regionais sobre as mudanças no volume pulmonar, mecânica respiratória e distribuição da ventilação (COSTA et al., 2013; LEONHARDT & LACHMANN, 2012). Sua reprodução é captada através da distribuição da resistência tecidual regional ou impedância em uma área de secção transversa do tórax e exibida como uma imagem tomográfica, sendo esta refletida em um monitor (FRERICHS et al., 2003; LEONHARDT & LACHMANN, 2012). Resumidamente, a TIE mede variações de condutividade dentro de um corpo a partir da estimulação com correntes elétricas e medidas de voltagem na sua superfície, transformando-as em imagem computacional (ADLER et al., 2009). Apesar de ser uma ferramenta ainda de difícil acesso, principalmente na prática clínica, é notório um crescimento considerável no âmbito tecnológico, bem como nos benefícios ao paciente crítico.

As primeiras imagens da TIE foram publicadas em 1985 por Barber e Brown, dois pesquisadores de Universidade de Sheffield (UK) que desenvolveram o primeiro tomógrafo de impedância elétrica, capaz de obter imagens de um braço humano com resolução para distinguir áreas de gorduras e osso (BROWN; BARBER, 1985).

Dessa maneira, a TIE reproduz uma imagem tomográfica dinâmica que é exibida em corte transversal pela distribuição da impedância regional do tecido e calculada a partir de medidas de correntes elétricas e tensões correspondentes na superfície (FRERICHS et al., 2003; LEONHARDT & LACHMANN, 2012). Sendo a impedância (Z) calculada pela razão de uma tensão (V) sob uma corrente (I) (LEONHARDT & LACHMANN, 2012). Para tanto, utiliza-se uma cinta com 16 e/ou 32 eletrodos dispostos em faixa, aplicado ao redor do tórax do paciente e conectado a uma plataforma eletrônica, responsável pela injeção de corrente

elétrica, mensuração de voltagem e conversão de pixel (PUTENSEN et al., 2019). Seu sistema funciona através de pequenas alíquotas de corrente elétrica de intensidade imperceptível, aproximadamente 5 mA a uma frequência de 50 kHz, injetadas num par de eletrodos separados por eletrodos de condução (PUTENSEN et al., 2019). Para tornar a impedância da pele independente dos eletrodos de injeção, os eletrodos remanescentes conduzem a corrente elétrica e sua tensão em uma direção sequencial ao redor do tórax, medindo o gradiente de voltagem gerado na superfície (LEONHARDT & LACHMANN, 2012; STANKIEWICZ-RUDNICKI; GASZYŃSKI; GASZYŃSKI, 2015).

A condução da corrente elétrica no tecido biológico é fundamentada nas concentrações de íons e quantidade de fluidos. Desta forma, no pulmão a corrente elétrica não passa pelo alvéolo e sim ao seu redor, através dos septos alveolares. Desse modo, quando ocorre aumento dos volumes alveolares, o trajeto por onde irá passar a corrente elétrica estará aumentado, elevando também a resistência elétrica global. Por outro lado, durante a expiração a resistência da corrente elétrica estará reduzida devido à redução do seu trajeto (LEONHARDT & LACHMANN, 2012).

Diante do exposto, fica claro que a TIE traz implicações significativas para o ambiente das UTIs, proporcionando uma monitorização e orientação das configurações da AVM de forma mais refinada (KOBLYLIANSKII et al., 2016). Além disso, a despeito da distribuição da ventilação pulmonar, sua sensibilidade é capaz de fornecer informações similares à tomografia computadorizada (TC), sendo este considerado o modelo de padrão ouro atual (VICTORINO et al., 2004). Contudo, a tomografia computadorizada (TC) supera a TIE em termos de resolução espacial, mas apresenta desvantagens em outros aspectos, como tamanho da máquina, necessidade de transferir os pacientes e equipamentos de suportes das UTIs, além da exposição à radiação (KOBLYLIANSKII et al., 2016). A TIE, diferentemente, não está sujeita a essas limitações e ainda oferece uma resolução temporal substancialmente melhor quando comparada à TC (LEONHARDT & LACHMANN, 2012). Ao contrário de uma imagem de TC, uma imagem reproduzida pela TIE não exibe uma “fatia”, mas uma “região de sensibilidade” (PUTENSEN et al., 2019). Dessa forma, é possível através do uso da TIE supervisionar a mecânica respiratória por regiões de interesse (ROIs), acompanhar com maior precisão o progresso de uma patologia regional, comparando-a com medidas globais da mecânica respiratória (ex. Curvas P – V) que são comumente avaliadas à beira do leito para orientar as decisões de tratamento (LU; ROUBY, 2000).

Outro aspecto importante da utilização da TIE é a associação da distribuição da ventilação regional durante o teste de respiração espontânea (TRE) como preditor para o sucesso da extubação. Zhao e colaboradores (2017) demonstraram em 15 pacientes, utilizando a TIE durante o TRE, que a redistribuição da ventilação para regiões pulmonares não dependentes após a diminuição do suporte ventilatório foi associada a maior sucesso de desmame (RABBANI; KABIR, 1991). Já Longhini e colaboradores (2019) observaram as alterações da aeração e ventilação pulmonares durante o primeiro TRE e após a extubação em pacientes com alto risco de falha na extubação. Concluíram que a falha no TRE é caracterizada no início do próprio teste por maior redução da impedância pulmonar expiratória final (EELI), refletindo uma queda no volume pulmonar expiratório final e uma maior heterogeneidade da distribuição da ventilação, em oposição aos pacientes com sucessos no TRE (ZHAO et al., 2017). Nesse sentido, a TIE pode ser considerada uma ferramenta coadjuvante útil para monitorar o TER, podendo prever o sucesso da extubação.

3 JUSTIFICATIVA

O uso das técnicas de extubação *Ultra Fast-Track (eUFT)* e *Fast-Track (eFT)* tem sido inserido aos protocolos de pós-operatório de cirurgia cardíaca, porém as evidências dos benefícios dessas técnicas nos pacientes que passam por esse tipo de procedimento cirúrgico, em relação a desfechos clínicos e fisiológicos como o comportamento da distribuição regional da ventilação e aeração pulmonar, por exemplo, ainda não foram bem elucidadas na literatura científica.

A tomografia de impedância elétrica (TIE) é uma ferramenta não invasiva, livre de radiação, capaz de permitir a monitorização da distribuição da ventilação e aeração pulmonar à beira-leito. Estudos para avaliação da funcionalidade pulmonar com a TIE receberam grande atenção na última década, de forma que atualmente existem fortes evidências, tanto clínicas como experimentais, a favor da aplicação da TIE na avaliação da distribuição regional da ventilação pulmonar, particularmente no contexto de ventilação mecânica (KOBLYANSKII et al., 2016; LU; ROUBY, 2000; PUTENSEN et al., 2019). Por outro lado, o entendimento sobre desfechos clínicos e fisiológicos em pacientes submetidos à *eUFT* e *eFT* após cirurgia cardíaca são inexistentes, o que oferece oportunidade para investigação.

Desta forma, torna-se relevante comparar a distribuição regional da ventilação e aeração pulmonar em pacientes submetidos à *eUFT* e *eFT* após cirurgia cardíaca, através da TIE, o que irá permitir uma avaliação mais acurada em tempo real do seu comportamento.

4 HIPÓTESES

H₀

Pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca submetidos à *eUFT* apresentam menores valores de ventilação pulmonar, aeração pulmonar e de trocas gasosas quando comparados aos pacientes submetidos à *eFT* sob uso de VNI. .

H₁

Pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca submetidos à *eUFT* apresentam maiores valores de ventilação pulmonar, aeração pulmonar e de trocas gasosas quando comparados aos pacientes submetidos à *eFT* sob uso de VNI. .

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Comparar a distribuição da ventilação e aeração pulmonar em pacientes submetidos a *Ultra Fast-Track (eUFT)* e *Fast-Track (eFT)* sob uso de ventilação não invasiva (VNI) no pós-operatório cardíaco.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Em pacientes submetidos a *Ultra Fast-Track (eUFT)* e *Fast-Track (eFT)* sob uso de ventilação não invasiva (VNI) no pós-operatório cardíaco, comparar: comportamentos hemodinâmicos; gasométricos; tempo de permanência hospitalar e tempo de permanência na UTI.

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

6.1 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, sob o CAAE – 82367418.3.0000.5208, número do parecer: 2.551.635 (Anexo I). Todos os responsáveis foram informados sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios do estudo e participaram voluntariamente de acordo com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Anexo II). O projeto foi devidamente registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos sob nº RBR-858QXN.

A presente pesquisa segue os termos preconizados pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/12) para pesquisa em seres humanos.

6.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo coorte prospectivo. Os dados foram coletados na Unidade de Reabilitação Cardiorádica (URCT) do Real Hospital Português de Beneficência de Pernambuco.

6.3 POPULAÇÃO DO ESTUDO

Foram considerados elegíveis os pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, incluindo cirurgia de revascularização do miocárdio, trocas valvares, plastia valvar e comunicação intra-arterial, submetidos a extubação *Ultra Fast-Track (eUFT)* e *Fast-Track (eFT)* cardíaco. Os mencionados pacientes tinham idade entre 18 e 65 anos; de ambos os sexos; com índice de massa corpórea (IMC) entre 18,5 e 30 kg/m² e sem história prévia de doenças pulmonares severas, como doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), fibrose pulmonar, insuficiência renal crônica, doenças neuromusculares associadas e aqueles com escore de avaliação de risco peri-operatória *American Society of Anesthesiologists (ASA)* menor que quatro.

Para garantir a elegibilidade dos participantes, foram considerados para o grupo *eUFT* aqueles que tivessem sido extubados dentro do bloco cirúrgico (BC); e para o grupo *eFT* aqueles extubados na URCT em até 6 horas após cirurgia cardíaca. Além disso, para assegurar uma homogeneidade entre os grupos, a dose de infusão anestésica foi manipulada por um médico anestesista e titulada para valores de índice bispectral (BIS) entre 60 a 90 e um escore de sedação Ramsay entre 3 e 4 (KARAMAN et al., 2015). O tempo de transferência para a URCT foi considerado o início do estudo.

Os critérios de exclusão foram categorizados em: critérios de exclusão no período pré-operatório; critérios de exclusão no período pós-operatório e critérios de exclusão para o uso da VNI. Os critérios de exclusão no período pré-operatório foram: insuficiência hepática, insuficiência cardíaca congestiva, alergia ao propofol e dexmedetomidina, demência e doença de Alzheimer, fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) $\leq 40\%$, anticonvulsivante, antidepressivo, uso de drogas psicoativas, reoperados de emergência e alto risco cirúrgico de acordo com o EuroSCORE II. Os critérios de exclusão no período pós-operatório foram: tempo de circulação extracorpórea (CEC) ≥ 120 minutos, sangramento (drenagem no tórax > 100 mL/h), insuficiência renal (débito urinário $< 0,5$ mL/kg/h nas primeiras 6 h), aumento do nível sérico de creatinina ($> 50\%$ do nível basal), suporte prolongado de drogas inotrópicas e vasodilatadoras por problemas cardíacos, falha na extubação (hipercapnia, mais do que um fracasso no teste de autonomia, tempo de AVM maior que 6 horas). Já os critérios de exclusão para o uso da VNI foram: instabilidade hemodinâmica (arritmias, choque cardiogênico, hipotensão severa com PAS < 90 mmHg), episódio de distensão abdominal, náusea e vômitos, rebaixamento do nível de consciência, uso de musculatura acessória, FR > 35 ipm, hipoxemia (PaO₂ < 50 mmHg com FiO₂ = 50%) ou hipercapnia (PaCO₂ > 55 mmHg com pH $< 7,30$). Também foram excluídos aqueles pacientes submetidos a outras incisões que não a esternotomia.

6.4 CÁLCULO AMOSTRAL

O cálculo amostral foi realizado através do programa *G*power* (<http://www.gpower.hhu.de/>). Para o cálculo, foram comparados valores do volume corrente no período de 60 minutos após VNI para os primeiros cinco pacientes avaliados entre os grupos, considerando uma análise bicaudal com um poder de 80% e um Alfa (α) de 5%. Para o volume corrente foram observados os seguintes valores: $739,00 \pm 237,64$ ml para o grupo

eUFT e $443,80 \pm 141,62$ ml para o grupo *eFT*, resultando em oito pacientes para cada grupo. Desta forma, foram triados 21 pacientes no total, considerando possíveis perdas amostrais.

6.5 COLETA DOS DADOS

A seleção dos pacientes foi realizada na URCT do Real Hospital Português de Beneficência de Pernambuco. Desse modo, os pacientes eram triados após avaliação pré-operatória, na qual eram checados os critérios de elegibilidade. Nesse primeiro contato, era esclarecido aos pacientes e/ou familiares os objetivos desta pesquisa e esses eram convidados a participar do estudo. Caso fosse aceito o convite, era realizada uma medida da perimetria torácica para identificar o tamanho da cinta a ser utilizada pela TIE, além de registradas informações como hábitos de tabagismo, hipertensão arterial, diabetes, dislipidemia, dados gerais e demográficos (idade, escolaridade, sexo, renda, cor e estado civil), e, posteriormente, aplicado o questionário de qualidade de vida Short Form Health Survey 36 (SF-36). Também foi registrada a pontuação de cada paciente no Sistema Europeu para Avaliação de Risco em Cirurgia Cardíaca - EuroSCORE II. Sendo assim, todos os voluntários e/ou responsáveis pelos pacientes da pesquisa foram esclarecidos, antes da cirurgia, sobre a proposta do projeto e assinaram o TCLE, conforme Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (Anexo).

Todos os participantes foram distribuídos por conveniência pelo médico anestesista responsável pela cirurgia em dois grupos: grupo extubação *Ultra Fast-Track (eUFT)* e/ou grupo extubação *Fast-Track (eFT)*. Após as disposições dos indivíduos nos grupos, eram registradas informações do prontuário, como tempo da CEC, índice bispectral (BIS), sangramento pelo dreno torácico e mediastinal, débito urinário, níveis sérico de creatinina, níveis de drogas inotrópicas e vasodilatadoras, e tempo da AVM.

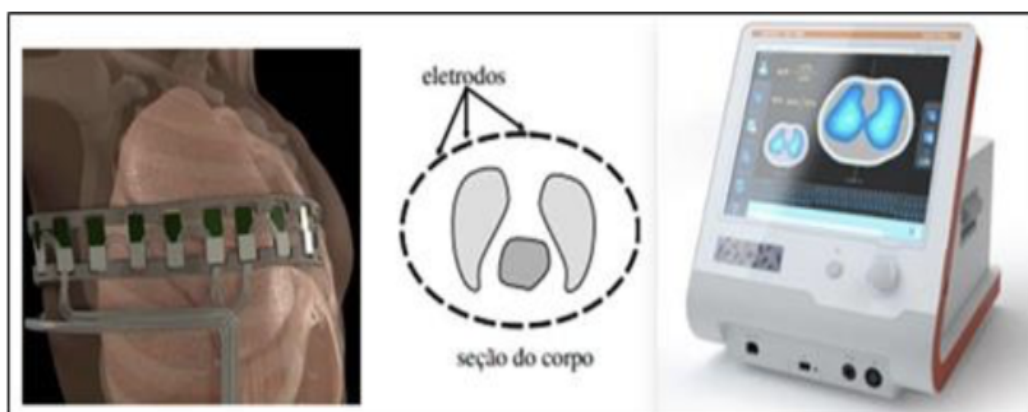
Quando os pacientes eram transferidos para URCT, eram inicialmente monitorizados e posicionados em decúbito elevado a 45 graus de inclinação. O decúbito dos participantes foi mantido durante todo o seguimento da coleta. Aqueles que chegassem intubados eram logo adaptados à ventilação mecânica, com fluxo constante e volume controlado, com volume corrente entre 6 a 8 ml/kg de peso corporal previsto, PEEP ajustada para 5 cmH₂O e fração de oxigênio inspirada (FiO₂) de 100%. Os tempos inspiratório e expiratório foram ajustados para

manter uma relação de 1:3. A frequência respiratória foi ajustada para manter valores de CO₂ entre 35 e 45 mmHg. Para os pacientes que chegassem extubados do BC, era instalada uma máscara de venturi com FiO₂ a 50%. Em seguida, para todos os pacientes, eram realizadas radiografia do tórax. Para ambos os grupos, após a primeira gasometria arterial a FiO₂ era ajustada para manter uma SpO₂ > 94%.

6.5.1 Monitorização da ventilação e aeração pulmonar regional

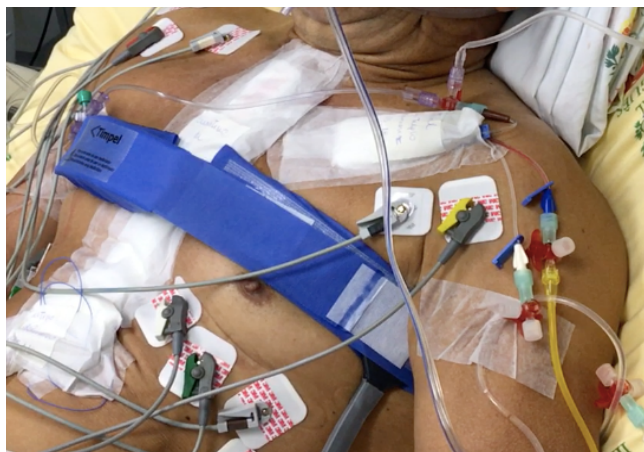
A monitorização da ventilação e aeração pulmonar regional foi realizada através da Tomografia de Impedância Elétrica – TIE, modelo ENLIGHT® 1800 (Timpel SA, São Paulo, Brasil) (Figura 1). Para aquisição dos dados foi posicionada uma cinta, composta de 32 eletrodos igualmente espaçados, na região supra mamilar dos pacientes, coberta por uma capa descartável com gel condutor adesivo (Figura 2). A cinta era posicionada após uma hora dos pacientes em respiração espontânea. Uma corrente elétrica de 5 mA era injetada a 125 KHz de forma sequenciada por meio de um par de eletrodos, e a diferença de voltagem resultante era mensurada entre os demais pares de eletrodos (COSTA E.L et al, 2008; TANAKA, H. et al., 2008). O pneumotacógrafo da TIE era conectado entre a máscara orofacial e o circuito da VNI.

Figura 1. Tomografia de Impedância Elétrica da tecnologia ENLIGHT (Dixtal, Brasil).



Fonte: www.timpel.com.br

Figura 2. Instalação da cinta da TIE após uma hora em respiração espontânea.



Fonte: Arquivo do autor.

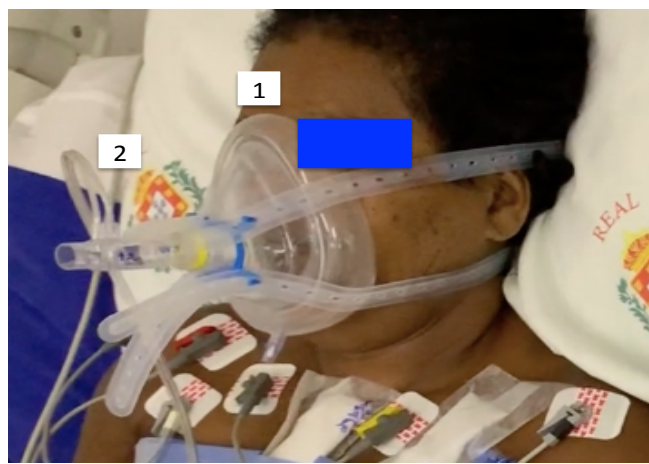
A TIE foi utilizada para avaliar o comportamento da aeração pulmonar através das seguintes variáveis: variação de impedância elétrica expiratória final ($\Delta EELZ$), que equivale à capacidade residual funcional (CRF); e ventilação pulmonar através da medida da variação de impedância elétrica (ΔZ), que é entendida pela subtração da impedância inspiratória pela impedância expiratória, que corresponde ao volume corrente (VC). Também foi realizada uma avaliação da distribuição da ventilação pulmonar regional (LONGHINI et al., 2019). Para tanto, a imagem reproduzida pela TIE foi dividida em duas regiões de interesses (ROIs), através do diâmetro ventral-dorsal (ΔZ da região anterior e posterior do pulmão).

Os registros dos dados avaliados pela TIE foram gravados durante cinco minutos e armazenados em arquivos de dados brutos, isolados em um pen-drive para processamento posterior. Os períodos de gravações da TIE foram divididos em quatro tempos: Pré-VNI e VNI – 5 minutos, VNI – 55 minutos e Pós VNI – 60 minutos. As frações mensuradas através da gasometria arterial e venosa (gases sanguíneos, lactato e pH) foram realizadas por um analisador de gases sanguíneos padrão da UTI (GEM Premier3500, Software GEMweb®) e coletadas para os períodos Pré – VNI, Pós VNI – 1 minuto e Pós VNI – 60 minutos.

O primeiro registro da TIE (Pré – VNI) foi medido com o paciente em respiração espontânea à pressão do ar ambiente através de uma máscara oronasal (máscara EPAP) aplicada ao rosto do paciente e fixada com presilha de forma a não permitir escape aéreo. Logo após, o pneumotacógrafo da TIE era acoplado à máscara EPAP, e os dados eram registrados (Figura 3). Nesse instante, era realizada uma coleta da gasometria arterial e venosa, por acesso arterial radial e venoso central pela subclávia, e registrados os sinais vitais

do paciente, como frequência cardíaca – FC, frequência respiratória – FR, saturação periférica de oxigênio – SpO₂, pressão arterial sistólica – PAS, pressão arterial diastólica – PAD, pressão arterial média – PAM, através de um monitor da Medical Systems Information Technologies - GE (Dash 4000). Também foram medidos o escore de sedação Ramsay, débitos dos drenos mediastinais e pleurais, e as drogas utilizadas em bomba de infusão.

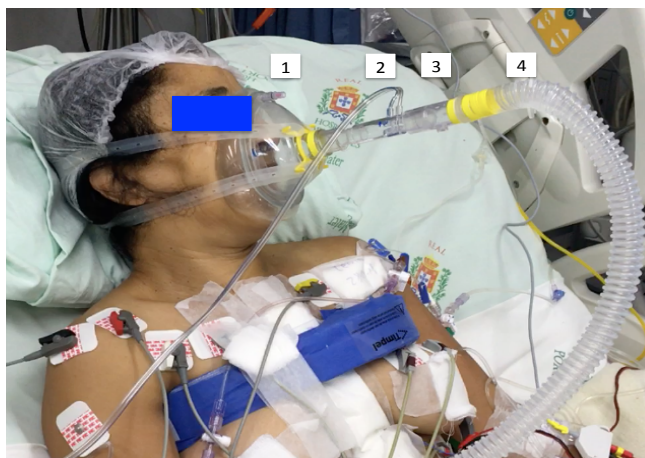
Figura 3. Coleta de dados em respiração espontânea 1: Máscara oronasal. 2: Pneumotacógrafo conectado a máscara.



Fonte: Arquivo do autor.

Após o primeiro registro da TIE, dava-se início à fase de VNI – 5 minutos, quando era instalado um conector com válvula exalatória entre o pneumotacógrafo e o circuito da VNI (Figura 4). Após cinco minutos da instalação da VNI – através de um BiPAP Synchrony (Philips Respironics®) –, quando inicialmente observava-se algum sinal de intolerância e/ou instabilidade hemodinâmica do paciente, caso ele não apresentasse as condições necessárias, era iniciada uma nova gravação da TIE por 5 minutos. Um IPAP de 8 a 10 cmH₂O era ajustado de forma a garantir um volume corrente entre 6 e 8 ml/kg do peso corporal previsto, cujo valor fosse suficiente para manter normocapnia, e um EPAP de 6 cmH₂O era utilizado.

Figura 4. Coleta de dados em VNI. 1: Máscara oronasal. 2: Pneumotacógrafo; 3: válvula exalatória; 4: circuito da VNI.



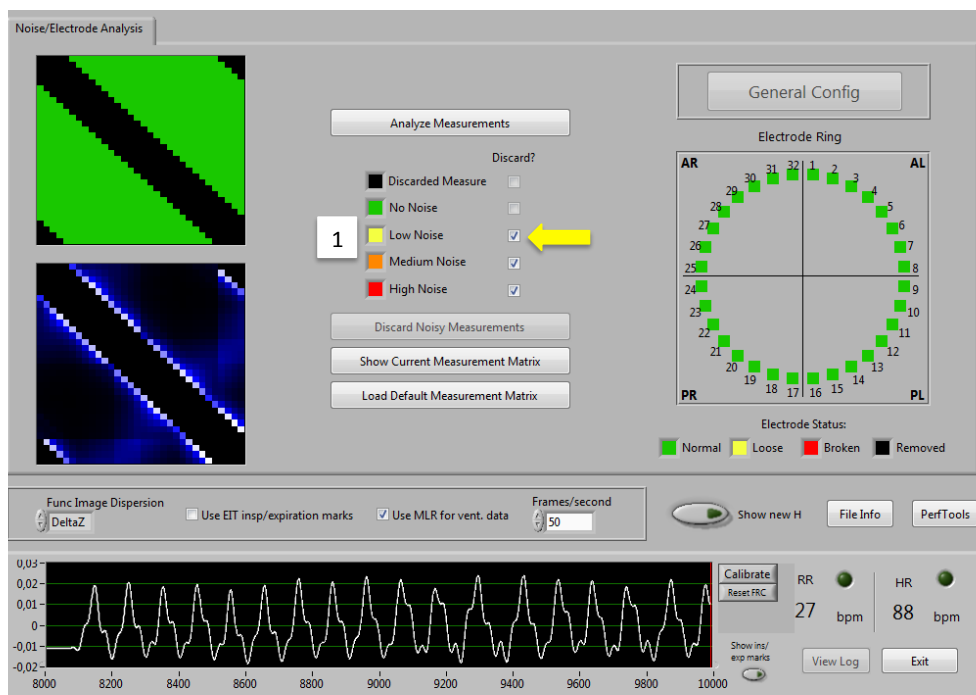
Fonte: Arquivo do autor.

Para o período VNI – 55 minutos, era realizada nova gravação pela TIE ao final da VNI e registrados os sinais vitais. Em seguida, desconectava-se a VNI do paciente e aguardava-se 1 minuto para coleta de gasometria arterial e venosa. Após 60 minutos (Pós VNI – 60 minutos), instalava-se novamente a máscara oronasal com o pneumotacógrafo ao rosto do paciente, então realizava-se nova gravação pela TIE, registrava-se os sinais vitais e coletava-se gasometria arterial e venosa. Para evitar viés de mensuração, as avaliações e fixações das cintas da TIE foram realizadas por um único avaliador.

6.6 ANÁLISE OFF-LINE DOS DADOS DA TIE

Os registros dos dados avaliados pela TIE foram transferidos para um computador e armazenados para análise *off-line*. Desse modo, a análise *off-line* era realizada através do programa “EIT Analysis Tools”, versão 8.05 (National Instruments, Texas, EUA). Antes de serem quantificados os dados, os arquivos passavam por um filtro passa-baixa para eliminar ruídos acima de 15 Hz (Figura 5) (MAURI et al., 2015).

Figura 5. Tela do programa EIT *Analisis Tools*. 1 – Posição do filtro demarcado para eliminar ruído cardíaco.



Fonte: Arquivo do autor.

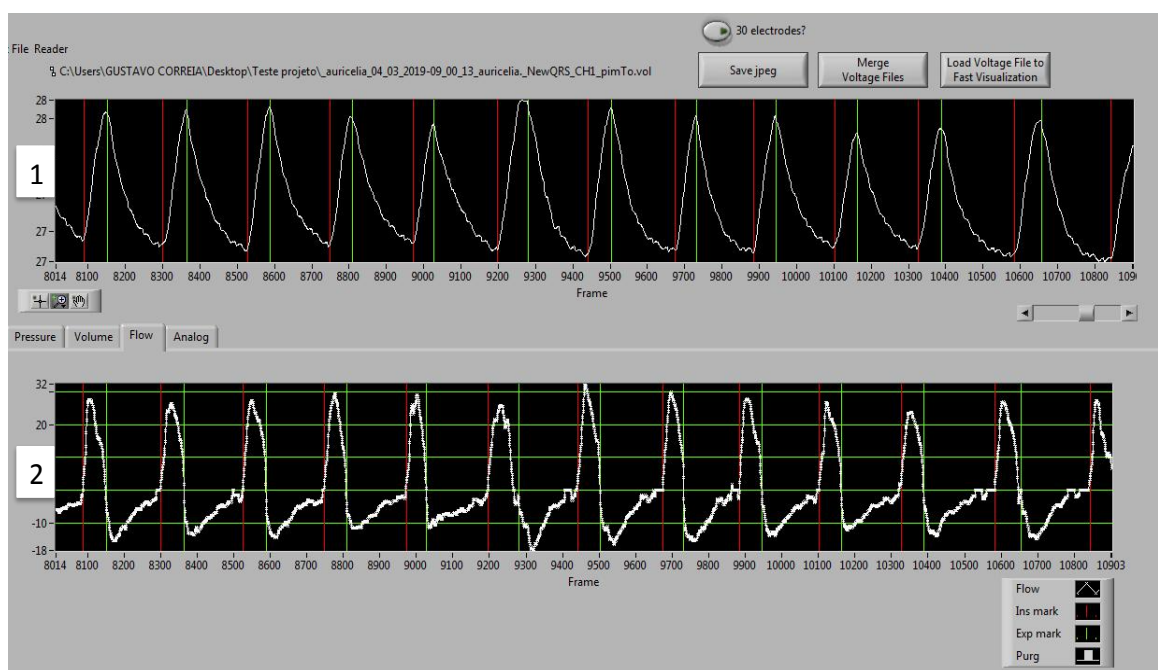
A homogeneidade da distribuição da ventilação (DV) foi determinada através da fórmula $[(DV \text{ posterior} + DV \text{ anterior}) \div DV \text{ posterior}] / [(DV \text{ posterior} + DV \text{ anterior}) \div DV \text{ anterior}]$, por meio da qual era calculada a média para os tempos Pré-VNI, VNI – 5 minutos, VNI – 55 minutos e Pós VNI – 60 minutos. Para as medidas da impedância pulmonar expiratória final anterior ($\Delta EELZ$ anterior), posterior ($\Delta EELZ$ posterior) e global ($\Delta EELZ$ global), primeiro foi realizada uma normalização dos dados para que o tempo Pré – VNI fosse igual a zero. Para tanto, o valor bruto do tempo Pré – VNI foi subtraído de todos os quatros tempos (Pré-VNI, VNI – 5 minutos, VNI – 55 minutos e Pós VNI – 60 minutos) para cada participante.

6.6.1 Mapeamento da distribuição da ventilação pulmonar regional

Para análise da distribuição da ventilação pulmonar, duas regiões de interesse (ROIs) foram definidas. A delimitação das ROIs foi feita através de uma imagem funcional gerada por um intervalo de 1 minuto (aproximadamente 15 ciclos ventilatórios) com melhor sinal, que era selecionado dentro de uma malha de cinco minutos de registros da TIE (Figura 6).

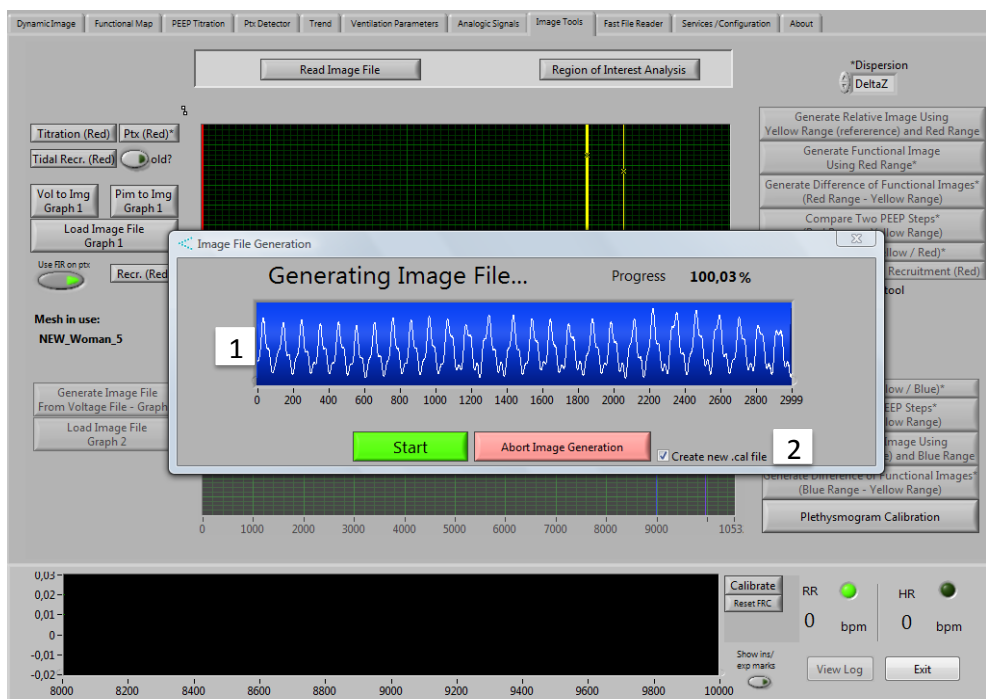
Depois foi gerado um arquivo calibração para normalização de toda análise dos dados (Figura 7). A imagem era dividida em duas partes iguais (ventral e dorsal), através da contagem dos pixels, e a posição da linha era mantida no mesmo ponto durante a análise de todos os momentos: Pré – VNI, VNI – 5 minutos, VNI – 55 minutos e Pós – VNI 60 minutos. O mapa da ventilação é apresentado por tons de azul, em que tons mais claros de azul representam maior ventilação regional (Figura 8). Além disso, os dados eram salvos em arquivos no formato *Sum* e *Average* para posterior análise estatística.

Figura 6. Tela do programa EIT *Analisis Tools*. 1 – Malha contendo todo arquivo gravado pela TIE, em que era selecionado um intervalo de 1 minuto (aproximadamente 15 ciclos ventilatórios) com melhor sinal; 2 – Curva de fluxo para cada ciclo respiratório.



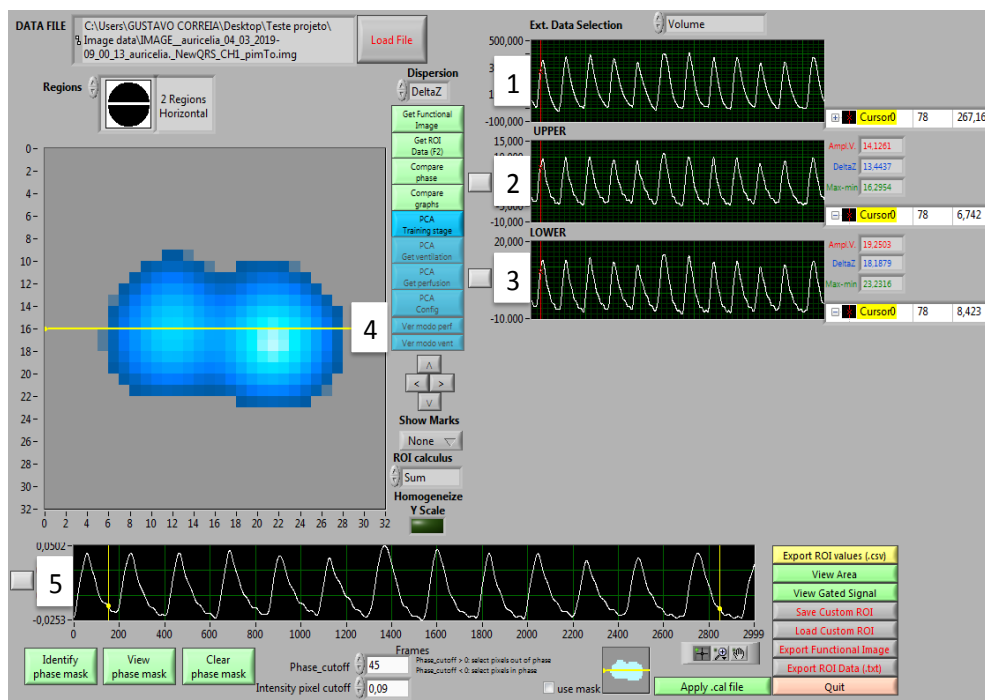
Fonte: Arquivo do autor.

Figura 7. Tela do programa EIT *Analysis Tools*. 1 – Gerando arquivo de imagem funcional com 3000 frames; 2 – Criando arquivo de calibração.



Fonte: Arquivo do autor.

Figura 8. Tela do programa EIT *Analisis Tools*. 1 – Pletismograma global da variação de impedância elétrica torácica; 2 e 3 – Pletismogramas da variação de impedância para região ventral (2) e dorsal (3); 4 – Divisão em ROIs da imagem funcional gerada nos frames selecionados; 5 – Pletismograma da variação de impedância global com um intervalo de 1 minuto.



Fonte: Arquivo do autor.

6.6.2 Medida da aeração pulmonar regional

As medidas da aeração pulmonar foram realizadas através do traçado do pletismograma de impedância elétrica global, sendo obtidas pela razão da soma das medidas de impedância elétrica expiratória final (EELZ) durante um intervalo de frames pelo número de medições feitas.

6.7 DEFINIÇÃO E CATEGORIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

6.7.1 Variáveis independentes

- Extubação *Ultra Fast-Track*;
- Extubação *Fast-Track*;

- Ventilação não invasiva;
- Oxigenoterapia.

6.7.2 Variáveis dependentes

- Ventilação regional pulmonar (Variação regional da impedância – ΔZ): variável quantitativa contínua expressa em unidades de impedância;
- Areação pulmonar (variação de impedância elétrica ao final da expiração – $\Delta EELZ$): variável quantitativa contínua expressa em unidades de impedância;
- Distribuição da ventilação nas regiões não dependentes e dependentes da gravidade (ventilação posterior/anterior): variável quantitativa contínua expressa em unidade de impedância;
- Volume corrente (V_t): variável quantitativa contínua expressa em mililitros (ml);
- Saturação periférica de oxigênio (SpO_2): variável quantitativa contínua expressa em porcentagem (%);
- Pressão arterial de oxigênio (PaO_2): variável quantitativa contínua expressa em mmHg;
- Pressão arterial de CO_2 ($PaCO_2$): variável quantitativa contínua expressa em mmHg;
- Índice PaO_2/FiO_2 : variável quantitativa do tipo discreta;
- Duração do efeito terapêutico: variável numérica contínua expressa em minutos (min).

6.7.3 Variáveis de controle

- Sexo: variável quantitativa discreta masculino e feminino;
- Idade: variável quantitativa contínua expressa em anos completos;
- Altura: variável quantitativa contínua medida em metros (m);
- Índice massa corpórea (IMC): variável quantitativa contínua medida em kg/m^2 ;
- Peso predito: variável quantitativa contínua medida em quilogramas (kg);
- Diagnóstico clínico primário: variável qualitativa;

- Frequência cardíaca (FC): variável quantitativa contínua expressa em batimentos por minuto (bpm);
- Saturação periférica de oxigênio (SpO₂): variável quantitativa contínua expressa em porcentagem (%);
- Pressão arterial sistólica (PAS): variável quantitativa contínua expressa em milímetros de mercúrio (mmHg);
- Pressão arterial diastólica (PAD): variável quantitativa contínua expressa em milímetros de mercúrio (mmHg);
- Frequência respiratória (FR): variável quantitativa contínua expressa em respirações por minuto (rpm);

6.8 DESFECHO PRIMÁRIO

- Distribuição da ventilação e aeração pulmonar (ΔZ e $\Delta EELZ$).

6.9 DESFECHOS SECUNDÁRIOS

- Pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial (PaCO₂);
- Pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO₂);
- Índice P/F (PaO₂/ FiO₂);
- Volume corrente (V_t);
- Comportamento hemodinâmico;
- Tempo de permanência hospitalar;
- Tempo de permanência na UTI.

7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada através do programa SPSS para Windows, versão 20.0 (Chicago, EUA). Inicialmente foi realizada uma análise exploratória das variâncias dos dados, por meio da qual os dados foram testados em relação à sua normalidade e homogeneidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Desta forma, era determinada a análise estatística a ser empregada (estatística paramétrica ou não paramétrica). Se os dados apresentassem normalidade e homogeneidade, eles eram apresentados como medidas de tendência central e dispersão para as variáveis quantitativas e comparados através do teste t de *student* para amostras independentes. Quando não era possível manter a normalidade e/ou homogeneidade dos dados, eles eram comparados através do teste de Mann-Whitney. O teste X^2 foi utilizado para comparar o sexo, tipos de cirurgia (revascularização do miocárdio, trocas valvares, plastia valvar e comunicação intra-atrial), complicação na URCT e após alta hospitalar, e os fatores de risco (hipertensão, diabetes mellitus, tabagismo) entre os grupos.

O efeito da intervenção nas variáveis dos sinais vitais (SpO₂; FC; FR; PAS; PAD), nas variáveis da TIE (DV, Δ EELZ anterior, Δ EELZ posterior e Δ EELZ global) e nas variáveis da gasometria arterial (I/O; PaO₂; PaCO₂; pH; SpO₂; lactato) foi analisado por meio da análise de variância (ANOVA) de dois principais fatores, quais sejam: os grupos (*eUFT* ou *eFT*) e tempos (Pré-VNI, VNI – 5 minutos, VNI – 55 minutos, Pós VNI – 1 minuto e Pós VNI – 60 minutos). Quando a significância era obtida, o teste *post-hoc de Sidak* era utilizado para identificar as diferenças.

Considerando a forte correlação entre os volumes espirométricos e as alterações de impedância (Lehmann S, et al., 2016), as mudanças na impedância pulmonar expiratória final (Δ EELZ) foram escalonadas de unidades arbitrárias (AU) para litros (L) usando a inclinação (fator de escala) e o intercepto (deslocamento desordenada) obtidos a partir de uma regressão linear usando os sinais do volume corrente (VT) estimado pela impedância e VT medido pelo pneumotacógrafo, registrados durante o baseline (Pré – VNI). Sendo assim, o nível de significância foi estabelecido em $p < 0.05$. Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão (DP).

8 RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa deram origem a um artigo científico original e em paralelo a uma revisão sistemática com metanálise.

Artigo: Comparação entre *ultra fast-track* e o *fast-track* sobre a ventilação pulmonar regional avaliada pela tomografia de impedância elétrica em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca em uso da ventilação não invasiva: estudo transversal.

Revisão sistemática: Manobras de recrutamento alveolar e ventilação com PEEP são eficazes no intraoperatório de cirurgia bariátrica por laparoscopia?

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste estudo podemos observar uma homogeneidade na distribuição regional e aeração pulmonar entre o pulmão dependente e não dependente para as técnicas de extubação *Ultra Fast-Track* e *Fast-Track*. Contudo não foi possível observar se o uso da VNI interfere na distribuição regional e aeração pulmonar, uma vez que o objetivo do estudo foi analisar o comportamento da distribuição regional e aeração pulmonar através da TIE no *Ultra Fast-Track* e *Fast-Track* após cirurgia cardíaca. Acreditamos que estudos futuros possam ser feitos para analisar os feitos fisiológico e clínicos sem o uso da VNI em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca submetidos ao *Fast-Track* e *Ultra Fast-Track*. De qualquer forma, o presente estudo tem importância clínica por favorecer a aplicação e segurança da TIE no pós-operatório de cirurgia cardíaca, como também por recomendar extubação *Fast-Track* e *Ultra Fast-Track* para essa população.

Esse estudo teve algumas limitações. Por questões internas o Real Hospital Português de Beneficência não permite realizar ensaio clínico controlado e randomizado. Portanto, não houve controle quanto à seleção da amostra nem randomização na estratificação dos grupos. Também não foi possível coletar dados da TIE dentro do bloco cirúrgico, pois o equipamento não dispõe de backup de bateria para transporte do paciente. Dessa forma, a avaliação da distribuição regional e aeração pulmonar no bloco cirúrgico ficou impossibilitada. Também é possível que, durante a gravação dos dados, a válvula exalatória entre o pneumotacógrafo e a VNI tenha interferido na aferição do volume corrente pelo pneumotacógrafo da TIE. Além disso, apesar de não haver diferença significativa entre os grupos *eFT* e *eUFT*, o EuroSCORE II baixo pode ter influenciado para a não incidência de complicações pulmonares no pós-operatório.

REFERÊNCIAS

- ADLER, A. et al. GREIT: a unified approach to 2D linear EIT reconstruction of lung images. **Physiol. Meas**, v. 30, p. 35–55, 2009.
- BADENES, R.; LOZANO, A.; BELDA, F. J. Postoperative Pulmonary Dysfunction and Mechanical Ventilation in Cardiac Surgery. v. 2015, 2015.
- BIKKER, I. G. et al. Electrical impedance tomography measured at two thoracic levels can visualize the ventilation distribution changes at the bedside during a decremental positive end-expiratory lung pressure trial. **Critical Care**, v. 15, n. 4, p. R193, 2011.
- BLANKMAN, P.; VAN DER KREEFT, S. M.; GOMMERS, D. Tidal ventilation distribution during pressure-controlled ventilation and pressure support ventilation in post-cardiac surgery patients. **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, v. 58, n. 8, p. 997–1006, 2014.
- BOCCHI, E.A., MARCONDES-BRAGA, F.G., BACAL, F. ET AL. Sociedade brasileira de cardiologia. Atualização da diretriz brasileira de insuficiência cardíaca crônica. **Arq Bras Cardiol**, v. 98, p. 1–33, 2012.
- BROWN, B. H.; BARBER, D. C.; SEAGAR, A. D. Applied potential tomography: possible clinical applications. **Clinical physics and physiological measurement : an official journal of the Hospital Physicists' Association, Deutsche Gesellschaft fur Medizinische Physik and the European Federation of Organisations for Medical Physics**, v. 6, n. 2, p. 109–121, 1985.
- CHENG, D. C. H. ET AL. Early Tracheal Extubation after Coronary Artery Bypass Graft Surgery Reduce Costs and Improves Resource Use. **Anesthesiology**, v. 85, n. 1, p. 1300–1310, 1996.
- CHENG, D. C. Fast track cardiac surgery pathways: early extubation, process of care, and cost containment. **Anesthesiology**, v. 88, n. 6, p. 1429–33, jun. 1998.
- CHRISTENSON, J. T. et al. Adult respiratory distress syndrome after cardiac surgery. **Cardiovascular surgery (London, England)**, v. 4, n. 1, p. 15–21, fev. 1996.
- CHU, D. K. et al. Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (IOTA): a systematic review and meta-analysis. **The Lancet**, v. 391, n. 10131, p. 1693–1705, abr. 2018.
- COSTA, E.L.V., AMATO, M. B. . Electrical impedance tomography in critically ill patients. **Clin Pulm Med**, v. 20, n. 4, p. 178–186, 2013.
- COSTA EL, CHAVES CN, GOMES S, BERALDO MA, VOLPE MS, TUCCI MR, SCHETTINO IA, BOHM SH, CARVALHO CR, TANAKA H, LIMA RG, A. M. Real-time detection of pneumothorax using electrical impedance tomography. **Crit Care Med**, v. 36, n. 4, p. 1230–1238, 2008.
- COSTA, F. et al. Perspectives on the 2014 ESC/EACTS Guidelines on Myocardial

Revascularization : Fifty Years of Revascularization: Where Are We and Where Are We Heading? **Journal of cardiovascular translational research**, v. 8, n. 4, p. 211–20, 19 jun. 2015.

CRESSONI, M. et al. Lung Inhomogeneity in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 189, n. 2, p. 131121141258006, 21 nov. 2014.

DEIBELE, J. M.; LUEPSCHEN, H.; LEONHARDT, S. Dynamic separation of pulmonary and cardiac changes in electrical impedance tomography. **Physiological Measurement**, v. 29, n. 6, p. S1–S14, 1 jun. 2008.

DJAIANI, G. N. et al. Ultra-fast-track anesthetic technique facilitates operating room extubation in patients undergoing off-pump coronary revascularization surgery. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, v. 15, n. 2, p. 152–157, 2001.

DUNCAN, S. R. et al. Nasal continuous positive airway pressure in atelectasis. **Chest**, v. 92, n. 4, p. 621–4, out. 1987.

DUPONT, W. D.; PLUMMER, W. D. Power and sample size calculations. A review and computer program. **Controlled Clinical Trials**, v. 11, n. 2, p. 116–128, 1990.

ENGELMAN, R. M. et al. Fast-track recovery of the coronary bypass patient. **The Annals of Thoracic Surgery**, v. 58, n. 6, p. 1742–1746, 1994.

FLYNN, M. et al. Fast-tracking revisited: Routine cardiac surgical patients need minimal intensive care. **European Journal of Cardio-thoracic Surgery**, v. 25, n. 1, p. 116–122, 2004a.

FLYNN, M. et al. Fast-tracking revisited: Routine cardiac surgical patients need minimal intensive care. **European Journal of Cardio-thoracic Surgery**, v. 25, n. 1, p. 116–122, 2004b.

FRERICHS I, DARGAVILLE PA, DUDYKEYVYCH T, R. P. Electrical impedance tomography: a method for monitoring regional lung aeration and tidal volume distribution? **Intensive Care Med**, v. 29, n. 12, p. 2312–2316, 2003.

FRERICHS, I.; BECHER, T.; WEILER, N. Electrical impedance tomography imaging of the cardiopulmonary system. **Current Opinion in Critical Care**, v. 20, n. 3, p. 323–332, 2014.

HALTER, J. M. et al. Positive End-Expiratory Pressure after a Recruitment Maneuver Prevents Both Alveolar Collapse and Recruitment/Derecruitment. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 167, n. 12, p. 1620–1626, 15 jun. 2003.

HÄNTSCHEL, D. et al. Leipzig fast-track protocol for cardio-anesthesia. Effective, safe and economical. **Der Anaesthetist**, v. 58, n. 4, p. 379–86, 4 abr. 2009.

HAWKES, C. A.; DHILEEPAN, S.; FOXCROFT, D. R. Early extubation for adult cardiac surgical patients. In: HAWKES, C. A. (Ed.). . **The Cochrane Database of Systematic Reviews**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2003.

HEAD, S. J. et al. Coronary artery bypass grafting: Part 1--the evolution over the first 50 years. **European Heart Journal**, v. 34, n. 37, p. 2862–2872, 1 out. 2013.

HIGGINS, T. L. Pro: early endotracheal extubation is preferable to late extubation in patients following coronary artery surgery. **Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia**, v. 6, n. 4, p. 488–93, ago. 1992.

HOFFMANN, B. et al. Cardiopulmonary effects of non-invasive positive pressure ventilation (NPPV) - A controlled, prospective study. **Thoracic and Cardiovascular Surgeon**, v. 51, n. 3, p. 142–146, jun. 2003.

HULZEBOS, E. H. J. et al. Prediction of postoperative pulmonary complications on the basis of preoperative risk factors in patients who had undergone coronary artery bypass graft surgery. **Physical therapy**, v. 83, n. 1, p. 8–16, jan. 2003.

JABER, S.; CHANQUES, G.; JUNG, B. Postoperative Noninvasive Ventilation. **Anesthesiology**, v. 112, n. 2, p. 453–461, fev. 2010.

JUCÁ, R.; MONTE, L. Early tracheal extubation after coronary artery bypass grafting. **The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, v. 114, n. 4, p. 687, out. 1997.

KARAMAN, Y. et al. Effects of dexmedetomidine and propofol on sedation in patients after coronary artery bypass graft surgery in a fast-track recovery room setting. **Journal of Anesthesia**, v. 29, n. 4, p. 522–528, 24 ago. 2015.

KARSTEN, J. et al. Positive end-expiratory pressure titration at bedside using electrical impedance tomography in post-operative cardiac surgery patients. v. 59, p. 723–732, 2015.

KIANFAR, A. et al. Ultra fast-track extubation in heart transplant surgery patients. **International Journal of Critical Illness and Injury Science**, v. 5, n. 2, p. 89, 2015.

KINDGEN-MILLES, D. et al. Nasal continuous positive airway pressure: A method to avoid endotracheal reintubation in postoperative high-risk patients with severe nonhypercapnic oxygenation failure. **Chest**, v. 117, n. 4, p. 1106–1111, 2000.

KINDGEN-MILLES, D. et al. Nasal CPAP therapy: effects of different CPAP levels on pressure transmission into the trachea and pulmonary oxygen transfer. **Acta anaesthesiologica Scandinavica**, v. 46, n. 7, p. 860–5, ago. 2002.

KINDGEN-MILLES, D. et al. Nasal-continuous positive airway pressure reduces pulmonary morbidity and length of hospital stay following thoracoabdominal aortic surgery. **Chest**, v. 128, n. 2, p. 821–828, 2005.

KOBAYASHI, T. et al. [Effect of Ultra-fast-track Extubation in Cardiovascular Surgery]. **Kyobu geka. The Japanese journal of thoracic surgery**, v. 69, n. 12, p. 971–978, nov. 2016.

KOBYLIANSKII, J. et al. Electrical impedance tomography in adult patients undergoing mechanical ventilation: A systematic review. **Journal of Critical Care**, v. 35, p. 33–50, out. 2016.

LAGHI, F. et al. Diaphragmatic neuromechanical coupling and mechanisms of hypercapnia during inspiratory loading. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 198, p. 32–41, jul. 2014.

LEHMANN, S. et al. Global and Regional Lung Function in Cystic Fibrosis Measured by Electrical Impedance Tomography. **Pediatr Pulmonol.**, v. 51, n. 11, p. 1191–1199, 2016.

LENIQUE, F. et al. Ventilatory and hemodynamic effects of continuous positive airway pressure in left heart failure. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 155, n. 2, p. 500–505, fev. 1997.

LEONHARDT, S.; LACHMANN, B. Electrical impedance tomography: the holy grail of ventilation and perfusion monitoring? **Intensive care medicine**, v. 38, n. 12, p. 1917–29, 20 dez. 2012.

LIMA, C. A. et al. Impacto do fast track em cirurgia cardíaca de adultos: desfechos clínicos e hospitalares. **Revista Brasileira de terapia intensiva**, v. 31, n. 3, p. 361–367, 2019.

LINDBERG, P. et al. Atelectasis and lung function in the postoperative period. **Acta anaesthesiologica Scandinavica**, v. 36, n. 6, p. 546–53, ago. 1992.

LONGHINI, F. et al. Electrical impedance tomography during spontaneous breathing trials and after extubation in critically ill patients at high risk for extubation failure: a multicenter observational study. **Annals of Intensive Care**, v. 9, n. 1, p. 88, 13 dez. 2019.

LOOP, F. D. You are in charge of cost. **The Annals of Thoracic Surgery**, 1995.

LU, Q.; ROUBY, J. J. Measurement of pressure-volume curves in patients on mechanical ventilation. Methods and significance. **Minerva anesthesiologica**, v. 66, n. 5, p. 367–75, maio 2000.

MADDALI, M. M.; KURIAN, E.; FAHR, J. Extubation time, hemodynamic stability, and postoperative pain control in patients undergoing coronary artery bypass surgery: an evaluation of fentanyl, remifentanyl, and nonsteroidal antiinflammatory drugs with propofol for perioperative and postoperative management. **Journal of Clinical Anesthesia**, v. 18, n. 8, p. 605–610, dez. 2006.

MAGNUSSON, L. et al. Atelectasis is a major cause of hypoxemia and shunt after cardiopulmonary bypass: an experimental study. **Anesthesiology**, v. 87, n. 5, p. 1153–63, nov. 1997.

MAURI, T. et al. Effects of Sigh on Regional Lung Strain and Ventilation Heterogeneity in Acute Respiratory Failure Patients Undergoing Assisted Mechanical Ventilation. **Critical care medicine**, v. 43, n. 9, p. 1823–31, set. 2015.

MYLES, P. S. et al. A systematic review of the safety and effectiveness of fast-track cardiac anesthesia. **Anesthesiology**, v. 99, n. 4, p. 982–7, out. 2003.

PELLEGRINI, M. et al. The Diaphragm Acts as a Brake during Expiration to Prevent Lung Collapse. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 195, n. 12, p.

1608–1616, 15 jun. 2017.

PUTENSEN, C. et al. Electrical Impedance Tomography for Cardio-Pulmonary Monitoring. **Journal of Clinical Medicine**, v. 8, n. 8, p. 1176, 2019.

RABBANI, K. S.; KABIR, A. M. Studies on the effect of the third dimension on a two-dimensional electrical impedance tomography system. **Clinical physics and physiological measurement: an official journal of the Hospital Physicists' Association, Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik and the European Federation of Organisations for Medical Physics**, v. 12, n. 4, p. 393–402, nov. 1991.

SALHIYYAH, K. et al. A Clinical and Economic Evaluation of Fast-Track Recovery after Cardiac Surgery. **The Heart Surgery Forum**, v. 14, n. 6, p. 330, 13 dez. 2011.

SIMONNEAU, G. et al. Diaphragm dysfunction induced by upper abdominal surgery. Role of postoperative pain. **The American review of respiratory disease**, v. 128, n. 5, p. 899–903, nov. 1983.

SQUADRONE, V. et al. Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. **JAMA**, v. 293, n. 5, p. 589–95, 2 fev. 2005.

STANKIEWICZ-RUDNICKI, M.; GASZYŃSKI, T.; GASZYŃSKI, W. Assessment of regional ventilation in acute respiratory distress syndrome by electrical impedance tomography. **Anesthesiology Intensive Therapy**, v. 47, n. 1, p. 77–81, 7 mar. 2015.

SWINIARSKI, G. V. et al. A comprehensive literature review on hypothermia and early extubation following coronary artery bypass surgery. **Applied Nursing Research**, v. 28, n. 2, p. 137–141, 2015.

TAGGART, D. P. et al. Respiratory dysfunction after uncomplicated cardiopulmonary bypass. **The Annals of Thoracic Surgery**, v. 56, n. 5, p. 1123–1128, nov. 1993.

TANAKA, H. et al. Fuzzy modeling of electrical impedance tomography images of the lungs. **Clinics**, v. 63, p. 363–370, 2008.

TITINGER, D. P. et al. Cardiac Surgery Costs According to the Preoperative Risk in the Brazilian Public Health System. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 105, n. 2, p. 130–138, 2015.

VICTORINO, J. A. et al. Imbalances in regional lung ventilation: a validation study on electrical impedance tomography. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 169, n. 7, p. 791–800, 1 abr. 2004.

WARNER, M. Preventing postoperative pulmonary complications. The role of the anesthesiologist. **Anesthesiology**, v. 95, n. 5, p. 1467–1472, 2000.

WYNNE, B. R. et al. Postoperative pulmonary dysfunction in adults after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: clinical significance and implications for practice. **Am J Crit Care**, v. 13, n. 5, p. 384–394, 2004.

YOUSSEFI, P. et al. Predictors of Failure in Fast-Track Cardiac Surgery. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, v. 29, n. 6, p. 1466–1471, 2015.

ZARBOCK, A. et al. Prophylactic Nasal Continuous Positive Airway Pressure Following Cardiac Surgery Protects From Postoperative Pulmonary Complications. **Chest**, v. 135, n. 5, p. 1252–1259, maio 2009.

ZETTERVALL, S. L. et al. Early extubation reduces respiratory complications and hospital length of stay following repair of abdominal aortic aneurysms. **Journal of Vascular Surgery**, p. 1–8, 2016.

ZHAO, Z. et al. Spontaneous breathing trials after prolonged mechanical ventilation monitored by electrical impedance tomography: an observational study. **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, v. 61, n. 9, p. 1166–1175, 2017.

ZHU, F.; LEE, A.; CHEE, Y. E. Fast-track cardiac care for adult cardiac surgical patients. In: LEE, A. (Ed.). . **Cochrane Database of Systematic Reviews**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2012.

APÊNDICE A - ARTIGO 1 - ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO REGIONAL EM PACIENTES SUBMETIDOS A EXTUBAÇÃO *FAST-TRACK* E *ULTRA FAST-TRACK* SEGUIDOS DE VENTILAÇÃO NÃO-INVASIVA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA

Será submetido ao *Journal of Intensive Care*.

Qualis A2 para área 21 da CAPES, fator de impacto 3,26.

Autores: Gustavo Henrique Correia de Lima¹, Caio César Araújo Moraes², Antônio Christian Evangelista Gonçalves³, Wildberg Alencar Lima⁴, Shirley Lima Campos⁵, Amèle de Fáima Dornelas de Andrade⁶, Daniella Cunha Brandão⁷.

1. MSc; Universidade Federal de Pernambuco; Recife, Brasil; e-mail: gustavo.hcorreia@gmail.com
2. Ph.D; Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; São Paulo, Brasil; e-mail: moraiscca@gmail.com
3. Ph.D; Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; São Paulo, Brasil; e-mail: antoniochristian@hotmail.com
4. MSc; Real Hospital Português de Beneficência de Pernambuco; Recife, Brasil; e-mail: wildbergalencar@gmail.com
5. Ph.D; Universidade Federal de Pernambuco; Recife, Brasil; e-mail: shirleyleamos@uol.com.br
6. Ph.D; Universidade Federal de Pernambuco; Recife, Brasil; e-mail: ameledornelas@hotmail.com
7. Ph.D; Universidade Federal de Pernambuco; Recife, Brasil; e-mail: danillacunha@hotmail.com

Instituição onde a pesquisa foi realizada: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Brazil.

Autor: Daniella Cunha Brandão: endereço: Av. Jorn. Aníbal Fernandes, 173 – Cidade Universitária, Recife – PE, 50740-560.

Palavras-chave: Cirurgia torácica. Extubação. Unidades de terapia intensiva. Ventilação não invasiva. Tomografia de impedância elétrica.

INTRODUÇÃO

A extubação precoce é um método de remoção do tubo endotraqueal da via aérea do paciente, geralmente sob assistência ventilatória mecânica (AVM) submetido a um procedimento cirúrgico, em um período de até seis horas após cirurgia (DEIBELE; LUEPSCHEN; LEONHARDT, 2008). Este tipo de técnica, quando aplicada à pacientes submetidos à Cirurgia Cardíaca, está associada à redução das morbidades cardíacas e respiratórias, aumento do desempenho cardíaco e menores taxas de pneumonia nosocomial, sem aumento da mortalidade do paciente (CHENG, 1998; KARAMAN et al., 2015; MYLES et al., 2003). Além de segura, tal técnica contribui ainda para redução da permanência dos pacientes na unidade de terapia intensiva (UTI) e hospitalar reduzindo custos, e promove a melhora dos serviços de assistência ao paciente (MYLES et al., 2003; ZHU; LEE; CHEE, 2012).

A extubação precoce pode ser entendida sob duas técnicas principais: a extubação *Ultra Fast-Track* em que a remoção do tubo endotraqueal acontece dentro do bloco cirúrgico (BC) em até 30 minutos após o término da cirurgia (FLYNN et al., 2004a; HAWKES; DHILEEPAN; FOXCROFT, 2003) e a extubação *Fast-Track* na qual o mesmo é realizado em até 6 horas dentro da UTI (KIANFAR et al., 2015).

Apesar das técnicas de extubação precoce e dos avanços na área, as complicações pulmonares ainda são frequentes nesta população, seja por fatores como indução anestésica, esternotomia ou dor pós-operatória, por exemplo (KARAMAN et al., 2015; MYLES et al., 2003). Buscando evitar essas complicações, o implemento da ventilação não invasiva (VNI) profilática pode prevenir o colapso das unidades alveolares aumentando a capacidade residual funcional (CRF) e a oxigenação do sangue arterial, além de reduzir o trabalho respiratório e a pré-carga cardíaca (JABER; CHANQUES; JUNG, 2010; WYNNE et al., 2004).

Entretanto, o impacto destas técnicas de extubação na ventilação pulmonar é pouco elucidada na literatura, sendo a tomografia de impedância elétrica (TIE) uma ferramenta capaz de avaliar o comportamento da distribuição da ventilação pulmonar em regiões de interesse (ROIs) (FRERICHS; BECHER; WEILER, 2014). A TIE é uma tecnologia de imagem funcional não invasiva, livre de radiação que permite o monitoramento da ventilação pulmonar durante AVM e respiração espontânea à beira do leito do paciente através dos seus

índices como variação de impedância (ΔZ), EELV, centro de gravidade (CoG) e outros (KARSTEN et al., 2015).

O objetivo do presente estudo foi comparar a distribuição da ventilação e aeração pulmonar em pacientes submetidos a *Ultra Fast-Track (eUFT)* e *Fast-Track (eFT)* sob uso de ventilação não-invasiva (VNI) no pós-operatório cardíaco.

MATERIAIS E MÉTODOS

Aspectos Éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco, sob o CAAE – 82367418.3.0000.5208, número do parecer: 2.551.635. Todos os pacientes foram informados sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE antes da sua inclusão. A presente pesquisa segue os termos preconizados pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/12) para pesquisa em seres humanos e foi inserida no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos sob nº RBR-858QXN.

Delineamento do estudo / Pacientes

No período entre Julho de 2018 e Maio de 2019 foram selecionados e randomizados para extubação *Ultra Fast-Track (eUFT)* ou para extubação *Fast-Track (eFT)* pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca com índice de massa corpórea (IMC) entre 18,5 e 30 kg/m²; faixa etária entre 18 a 65 anos; sem história prévia de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), fibrose pulmonar, insuficiência renal crônica ou doenças neuromusculares associadas; e escore de avaliação de risco peri-operatória *American Society of Anesthesiologists* (ASA) menor que quatro. Os dados foram coletados na Unidade de Reabilitação Cardiorádica – URCT do Real Hospital Português de Beneficência em Pernambuco (Pernambuco – Brasil).

Crêterios de exclusão

Os pacientes foram excluídos, ainda no estágio pré-operatório por uma das seguintes razões: insuficiência hepática, insuficiência cardíaca congestiva, alergias ao propofol e dexmedetomidina, demência e doença de Alzheimer, fra o de eje o do ventrículo esquerdo (FEVE) $\leq 40\%$, uso de anticonvulsivante ou antidepressivo, uso de drogas psicoativas, reoperados de emergência e alto risco cirúrgico de acordo com o EuroSCORE II.

Para o estágio pós-operatório os critérios de exclusão foram: tempo de circula o extracorpórea (CEC) ≥ 120 minutos, sangramento (drenagem no t do torácico > 100 mL/h), insuficiência renal p s-operatória (débito urinário $< 0,5$ mL/kg/h nas primeiras 6 h), aumento do nível sérico de creatinina ($> 50\%$ do nível basal), suporte prolongado de drogas inotrópicas e vasodilatadoras por problemas cardíacos, falha na extuba o seja esta por hiperc pnia, mais do que um fracasso no teste de autonomia ou tempo de AVM maior que 6 horas. Também foram excluídos aqueles pacientes submetidos à cirurgia cardíaca por outra via de acesso que não a esternotomia mediana.

Para o estágio em que   necessário o uso da VNI houve exclusão por instabilidade hemodinâmica (arritmias, choque cardiogênico, hipotensão severa com PAS < 90 mmHg), episódio de distensão abdominal, náusea e vômitos, rebaixamento do nível de consciência, uso de musculatura acessória, FR > 35 ipm, hipoxémia (PaO₂ < 50 mmHg com FiO₂ = 50%) ou hiperc pnia (PaCO₂ > 55 mmHg com pH $< 7,30$).

Anestesia

Para assegurar uma homogeneidade entre os grupos, a dose de infusão anestésica foi descrita por um médico anestesista responsável pela cirurgia e não envolvido no estudo. Para tanto, a manipula o anestésica foi titulada para valores de  ndice bispectral (BIS) entre 60 a 90 e um escore de seda o Ramsay entre 3 e 4 (FRERICHS I, DARGAVILLE PA, DUDYKEYVYCH T, 2003; LEONHARDT; LACHMANN, 2012). A monitoriza o p s-operatória imediata de rotina incluiu a medida invasiva da pressão arterial. O tempo de transferência para a URCT foi considerado o início do estudo.

Protocolo

Ao chegarem na URCT todos os pacientes foram inicialmente monitorizados e posicionados em decúbito elevado à 45 graus de inclinação, sendo o posicionamento mantido por todo período da coleta. Os pacientes intubados foram conectados à ventilação mecânica com fluxo constante e volume controlado, com volume corrente entre 6 a 8 ml/kg de peso corporal previsto, pressão positiva expiratória final (PEEP) de 5 cmH₂O e fração de oxigênio inspirada (FiO₂) de 100%. Os tempos inspiratório e expiratório foram ajustados para manter uma relação de 1:3. A frequência respiratória foi ajustada para manter valores de CO₂ entre 35 e 45 mmHg. Para os pacientes extubados no bloco cirúrgico era instalada uma máscara de venturi com FiO₂ à 50%.

Após monitorização e as devidas adaptações ventilatórias era realizada radiografia do tórax no leito. Após a primeira gasometria arterial a FiO₂ era ajustada para manter uma SpO₂ > 94% para ambos os grupos (KARAMAN et al., 2015).

Passada a primeira hora da extubação uma cinta coberta por uma capa descartável com gel condutor adesivo com 32 eletrodos igualmente espaçados na região supra mamilar ao redor do tórax era anexado à pele dos pacientes em respiração espontânea. Os registros dos dados avaliados pela tomografia de impedância elétrica (TIE) foram gravados durante cinco minutos e armazenados em um pen-drive em arquivos de dados brutos isolados para processamento posterior. Os períodos de gravações da TIE foram divididos em quatro tempos: Pré-VNI, VNI – 5 minutos, VNI – 55 minutos e Pós VNI – 60 minutos.

O primeiro registro da TIE (Pré – VNI) foi medido com o paciente em respiração espontânea à pressão do ar ambiente através de uma máscara oronasal (~~máscara EPAP~~) aplicada ao rosto do paciente e fixada com presilha de forma a não permitir escape aéreo. Logo após, o pneumotacógrafo da TIE era acoplado à máscara EPAP e os dados eram registrados. Neste instante era realizada uma coleta da gasometria arterial e venosa (através de acesso arterial radial e venoso central pela veia subclávia) e eram registrados os sinais vitais do pacientes como: frequência cardíaca – FC, frequência respiratória – FR, saturação periférica de oxigênio – SpO₂, pressão arterial sistólica – PAS, pressão arterial diastólica – PAD, pressão arterial média – PAM. Também foi medido o escore de sedação Ramsay, além

dos débitos dos drenos mediastinais e pleurais, e as dosagens das drogas utilizadas em bomba de infusão.

Após o primeiro registro da TIE, dava-se início a fase de VNI – 5 minutos na qual era instalado um conector com válvula exalatória entre o pneumotacógrafo e o circuito da VNI. A seguir a instalação da VNI através de um BiPAP Synchrony (Philips Respironics®), era aguardado um período de 5 minutos durante o qual observa-se algum sinal de intolerância e/ou instabilidade hemodinâmica do paciente para, então, registrar os sinais vitais e iniciar nova gravação da TIE por 5 minutos. Um IPAP entre 8 a 10 cmH₂O foi ajustado de forma a garantir um volume corrente entre 6 a 8 ml/kg do peso corporal previsto, e cujo valor fosse suficiente para manter normocapnia. Um EPAP de 6 cmH₂O foi utilizado.

Para o período VNI – 55 minutos, foi realizada nova gravação pela TIE ao final da VNI e registrados os sinais vitais. Em seguida, desconectava-se a VNI do paciente e aguardávamos por mais 1 minuto para coleta de novas gasometrias arterial e venosa. Após 60 minutos (Pós VNI – 60 minutos), era novamente acoplada a máscara EPAP com o pneumotacógrafo ao rosto do paciente e realizava-se nova gravação pela TIE, registro dos sinais vitais e coleta de novas amostras de gasometrias arterial e venosa.

Os critérios para alta da URCT foram: estabilidade hemodinâmica, ausência de uso de medicação em bomba de infusão de fluxo contínuo, ausência de drenos, SpO₂ > 90% com FiO₂ < 28% de oxigênio, frequência respiratória entre 8 e 22 ipm sem características clínicas de desconforto respiratório, ausência de alterações neurológicas, função renal dentro da normalidade e ausência de disritmias. A fim de não influenciar na decisão da alta dos pacientes da URCT para a enfermaria, todos os dispositivos (BiPAP e cinta da TIE) eram removidos ao final do protocolo, antes da troca diária do plantão.

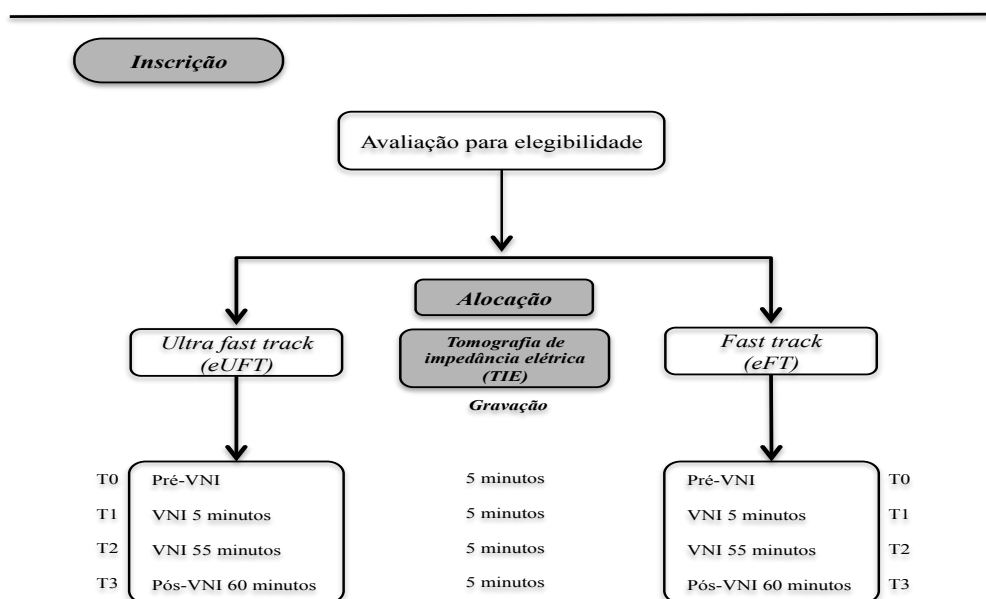


Figura 1. Representação esquemática do protocolo experimental através da TIE.

MEDIÇÕES

As medidas da gasometria arterial e venosa (GEM Premier3500, Software GEMweb®) foram realizadas antes da VNI (Pré – VNI), 1 minutos após a VNI (Pós VNI – 1 min) e após 60 minutos da VNI (Pós VNI – 60 min). As medidas dos sinais vitais foram realizadas através de um monitor da Medical Systems Information Technologies - GE (Dash 4000).

As imagens de distribuição da ventilação e aeração pulmonar regional foram obtidas pelos registros da Tomografia de Impedância Elétrica – TIE, modelo ENLIGHT® 1800 (Dixtal Biomédica, São Paulo, Brasil). Através da cinta, uma corrente elétrica de amplitude constante (5 mA a 125 KHz) era aplicada ao corpo do paciente de forma sequenciada por meio de um par de eletrodos, e a diferença de voltagem resultante era mensurada entre os demais pares de eletrodos (CHU et al., 2018). Desta forma, um conjunto de dados das medições de tensão era construída para que uma imagem transversal da distribuição de impedância pudesse ser reconstituída. O pneumotacógrafo da TIE era conectado entre a máscara orofacial e o circuito da VNI.

Análise off-line dos dados da TIE

Os registros dos dados avaliados pela TIE foram transferidos para um computador e armazenados para análise *off-line*. Tal análise era realizada através do programa “EIT Analysis Tools”, versão 8.05 (National Instruments, Texas, EUA). Antes de quantificar os dados, os arquivos passavam por um filtro de passa baixa apropriado para que a impedância relacionada aos ruídos acima de 15 Hz não interferisse nas análises dos dados.

Mapeamento da distribuição da ventilação pulmonar regional

Para análise da distribuição da ventilação pulmonar, duas regiões de interesse (ROIs) foram definidas. A delimitação das ROIs foi feita através de uma imagem funcional gerada por um intervalo de 3000 frames (1 minuto) e/ou 15 ciclos ventilatórios representativos consecutivos selecionado dentro de uma malha de cinco minutos de registros pela TIE. Depois foi gerado um arquivo calibração para normalização de toda análise dos dados. A imagem era categorizada em região anterior e posterior por um vetor de gravidade que passava pelo centro da ventilação, sendo, desta forma, mantida no mesmo ponto durante a análise em todos os momentos: Pré – VNI, VNI – 5 minutos, VNI – 55 minutos e Pós – VNI 60 minutos. O mapa da ventilação é apresentado por tons de azul, onde tons mais claros de azul representam maior ventilação regional. Além disso, o Δ EELZ foi normalizado para o número de pixels da ROI, ou seja, para o tamanho do pulmão.

A homogeneidade da distribuição da ventilação (DV) foi determinada pela taxa da ventilação anteroposterior através da fórmula $[(DV \text{ posterior} + DV \text{ anterior}) \div DV \text{ posterior}] / [(DV \text{ posterior} + DV \text{ anterior}) \div DV \text{ anterior}]$ em que era calculada a média para os tempos Pré-VNI, VNI – 5 minutos, VNI – 55 minutos e Pós VNI – 60 minutos. Para as medidas das variações da impedância pulmonar expiratória final anterior (Δ EELZ anterior), posterior (Δ EELZ posterior) e global (Δ EELZ global), primeiro foi realizada uma normalização dos dados para que o tempo Pré – VNI fosse igual a zero. Para tanto, o valor bruto do tempo Pré – VNI foi subtraído de todos os quatros tempos (Pré-VNI, VNI – 5 minutos, VNI – 55 minutos e Pós VNI – 60 minutos) para cada participante. Desta forma, as médias da DV, Δ EELZ anterior, Δ EELZ posterior e Δ EELZ global eram comparadas entre os grupos através da análise de variância (ANOVA) de dois fatores, para medidas repetidas com *post-hoc de Sidak*. A análise estatística foi realizada através do programa SPSS para Windows, versão 20.0

(Chicago, EUA) e o nível de significância foi estabelecido em $p < 0.05$. Os dados são apresentados como média $\pm$ desvio padrão (DP).

Cálculo do volume corrente

Considerando a forte correlação entre os volumes espirométricos e as alterações de impedância (COSTA EL, et al., 2008; TANAKA et al., 2008), as mudanças na impedância pulmonar expiratória final ($\Delta EELZ$) foram escalonadas de unidades arbitrárias (AU) para litros (L) usando a inclinação (fator de escala) e o intercepto (deslocamento desordenada) obtidos a partir de uma regressão linear usando os sinais do volume corrente (VT) estimado pela impedância e VT medidos pelo pneumotacografo, sendo registrados durante o baseline (Pré – VNI) (**Tabela 2**).

Desfechos

O desfecho primário deste estudo transversal foi ventilação pulmonar medida no período 60 minutos após VNI, volume corrente, aeração pulmonar, distribuição da ventilação pulmonar. Os desfechos secundários foram variáveis hemodinâmicas e trocas gasosas em todos os períodos. Complicações pulmonares foram definidas como pneumonia ou necessidade de ventilação invasiva ou não invasiva para insuficiência respiratória aguda.

Análise estatística

O cálculo amostral foi realizado através do programa *G*power* (<http://www.gpower.hhu.de/>) (DUPONT; PLUMMER, 1990). Para o cálculo foram comparados valores do volume corrente no período 60 minutos após VNI para os primeiros cinco pacientes avaliados entre os grupos, considerando uma análise bicaudal com um poder de 80% e um Alfa (α) de 5%. Para o volume corrente foram observados os seguintes valores: $739,00 \pm 237,64$ ml para o grupo *eUFT* e $443,80 \pm 141,62$ ml para o grupo *eFT*, resultando ser necessário um mínimo de oito pacientes para cada grupo. Desta forma, foram randomizados 21 voluntários no total, estimados para completar o protocolo completo.

Inicialmente foi realizada uma análise exploratória das variâncias dos dados por meio do qual foram testados em relação à sua normalidade e homogeneidade pelos testes de

Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Desta forma, era determinada a análise estatística a ser empregada (estatística paramétrica ou não paramétrica). Se os dados apresentassem normalidade e homocedasticidade, eles eram apresentados como medidas de tendência central e dispersão para as variáveis quantitativas e comparados através do teste t de *student* para amostras independentes. Quando não era possível manter a normalidade e homocedasticidade dos dados, eles eram comparados através do teste de Mann-Whitney. O teste X^2 foi utilizado para comparar o sexo, tipos de cirurgia (revascularização do miocárdio, troca valvares, plastia valvar e comunicação inter-atrial), complicação na URCT e após alta hospitalar, e os fatores de risco (hipertensão, diabetes mellitus, tabagismo) entre os grupos.

Os efeitos da intervenção nas variáveis dos sinais vitais (SpO₂; FC; FR; PAS; PAD) foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA) de dois fatores para medidas repetidas empregando como principais fatores os grupos (*eUFT* ou *eFT*) e tempos (Pré-VNI, VNI – 5 minutos, VNI – 55 minutos, Pós VNI – 1 minuto e Pós VNI – 60 minutos). Quando a significância era obtida, o teste *post-hoc de Sidak* era utilizado para identificar as diferenças.

RESULTADOS

A **figura 1** apresenta o fluxograma de captação de todos os pacientes submetidos à cirurgia cardíaca que foram incluídos na análise do desfecho primário e a intervenção fornecida a cada um deles. Um total de 469 pacientes foi submetido à cirurgia cardíaca, sendo 32 pacientes elegíveis para o estudo. Dois pacientes foram excluídos do grupo *e-UFT* por manter PaCO₂ > 55 mmHg e apresentar falha no registro dos dados pela TIE. Nove pacientes foram excluídos para o grupo *e-FT* por despertar agitado, tempo de AVM > 6 horas, complicações no transoperatório, sangramento pelo dreno torácico > 500 ml/h, tempo de CEC > 120 minutos, escassez de material para TIE, náuseas e vômitos durante VNI, e não colaboração. Dessa forma, foram alocados nove pacientes para o grupo-*eUFT* e doze pacientes para o grupo-*eFT*.

A **tabela 1** fornece informações clínicas dos pacientes. Um total de 21 pacientes foram elegíveis, 11 (52,3%) dos quais foram submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio. No grupo-*eFT* o tempo de AVM foi significativamente maior quando comparado ao grupo-*eUFT*, com $p < 0,001$. Os pacientes eram em sua maioria do sexo masculino

(66,6%), não fumantes (90,4%) e não diabéticos (90,4%). O tempo de permanência na URCT e hospitalar foram semelhantes entre os grupos. O protocolo não precisou ser interrompido em nenhum paciente por causa de instabilidade hemodinâmica ou piora de outros parâmetros clínicos.

A homogeneidade da distribuição da ventilação pulmonar (DV) por etapa individual para os dois grupos é mostrada na **figura 3**. Durante a fase Pré-VNI a maior parte da DV pulmonar começou de forma homogênea entre o pulmão dependente e não dependente. Enquanto que na fase VNI 5 minutos e VNI 55 minutos a ventilação pulmonar começou a se mover em direção ao pulmão dependente para ambos os grupos. Apesar desse comportamento, não observamos mudanças significativas.

O comportamento da variação da impedância pulmonar expiratória final ($\Delta EELZ$) é resumido na **Figura 4**. A $\Delta EELZ$ global mostrou-se semelhante entre os grupos durante todo o protocolo. Além disso, durante a VNI, a $\Delta EELZ$ global aumentou para ambos os grupos, porém sem diferença significativa entre eles. Comportamento semelhante foi observado para $\Delta EELZ$ anterior e $\Delta EELZ$ posterior.

A **tabela 3** apresenta os sinais clínicos e hemodinâmicos durante todas as fases do seguimento para ambos os grupos. Houve diferença significativa na PAS entre os grupos na fase do baseline, sendo maior para o grupo-*eFT* ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa para as demais variáveis no início do estudo. A FC mostrou aumento significativo ao final da VNI para o grupo-*eUFT* quando comparado ao grupo-*eFT*, com $p < 0,05$.

A influência da extubação precoce nas trocas gasosas é apresentada na **Tabela 4**. O índice da oxigenação (I/O), expresso em mmHg, foi significativamente maior no baseline para o grupo-*eFT* quando comparado ao grupo-*eUFT* ($404,56 \pm 51,76$ vs $352,24 \pm 42,13$ mmHg; $p < 0,05$). Para as demais variáveis analisadas não foram observadas variações significativas.

DISCUSSÃO

A partir desse estudo mostramos que não houve diferença para a distribuição da ventilação (DV) e aeração entre os grupos *Ultra Fast-Track* e *Fast-Track*, bem como os

grupos foram semelhantes durante a análise gasimétrica, com exceção do IO, o qual foi menor no grupo-*eUFT* quando comparado ao grupo-*eFT* ($p < 0,05$), no primeiro momento avaliado, tornando-se, entretanto, semelhantes ao final do estudo. Já com relação aos sinais vitais, observamos uma maior FC no grupo-*eUFT*, quando comparado ao grupo-*eFT* ao final da VNI, com $p < 0,05$.

No presente estudo, comparamos as técnicas de extubação precoce para explorar a hipótese de que esses dois métodos fornecem informações semelhantes sobre a distribuição da ventilação pela TIE. A distribuição da ventilação é um parâmetro derivado da TIE que visa identificar a homogeneidade da ventilação pulmonar nos quais o volume corrente (VC) muda minimamente entre as regiões de interesse (ROIs) (LEHMANN et al., 2016). Confirmando nossa hipótese, as alterações na DV observadas pela TIE em todos os períodos analisados não foram estatisticamente significante entre os grupos. Embora a resposta às mudanças na DV durante uso da VNI tenha aumentado para o pulmão dependente (Figura 3), o VT permaneceu inalterado entre os grupos (Figura 4). Chamamos atenção também para o comportamento da $\Delta EELZ$ global, a qual aumentou durante a VNI e reduziu uma hora após o seu término (Figura 5).

Uma possível explicação para esse comportamento poderia ser os maiores volumes correntes (VC) durante a VNI, no entanto, não foi possível observarmos aumento no VC como demonstrado na **figura 2**. Uma outra hipótese para isso pode estar associada as mesmas pressões ventilatórias utilizadas em todos os pacientes durante o uso da VNI (IPAP: 10 cmH₂O e EPAP: 6 cmH₂O), sendo o volume pulmonar deslocado, neste caso, resultado do impulso respiratório, ou seja, da atividade do diafragma como demonstrado por BLANKMAN e colaboradores (2014). Contudo, no nosso estudo não avaliamos atividade diafragmática

Observamos, portanto, uma manutenção na eficiência da distribuição pulmonar, provavelmente devido à conservação da atividade da musculatura diafragmática (PELLEGRINI et al., 2017). Uma questão em aberto foi a inclinação da DV em direção ao pulmão dependente, alterado pelo uso da VNI. Talvez existam vários fatores potencialmente envolvidos como a variabilidade individual na eficiência diafragmática e nas propriedades de força e comprimento, e alterações na contração tônica e fásica dos músculos da caixa torácica, acompanhadas por manutenção do VT e, possivelmente, aumento da tendência ao colapso

pulmonar (atelectasia) no pulmão dependente (LAGHI et al., 2014; PELLEGRINI et al., 2017).

A aplicação das técnicas de extubação precoce como o *Fast-Track* e *Ultra Fast-Track* é fundamental para desfecho clínico do paciente cardíaco, mas ainda desafiadora no seu entendimento para a DV, tendo em vista a falta de estudos utilizando a TIE para avaliar o comportamento da ventilação pulmonar. Nesse sentido, nossos dados vêm fornecer informações relevantes sobre a ventilação pulmonar regional através dos índices que avaliam a homogeneidade da ventilação, mostrando o quão útil pode ser a TIE na avaliação dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca por esternotomia mediana.

O fato de nenhum participante do nosso estudo ter desenvolvido hipercapnia, principalmente do grupo-*eUFT*, ressalta a solidez e segurança das duas técnicas de extubação precoce. A hipoventilação alveolar poderia ser causada pelo desenvolvimento inconsistente de uma fadiga contrátil, ou seja, o mecanismo primário estaria associado com o recrutamento diafragmático submáximo causado pela ativação central inadequada (LAGHI et al., 2014). No entanto, através dos nossos achados acreditamos que o fato de os pacientes terem um tempo de AVM abaixo dos 360 minutos ($272,42 \pm 78,26$ min, grupo-*eFT*), pode ter sido um fator relevante para preservação máxima da atividade diafragmática, o que contribuiu para a manutenção dos níveis de CO₂ e o pH em valores satisfatórios para ambos os grupos (**Tabela 4**).

Devido à alta incidência de complicações pulmonares após a cirurgia cardíaca, vários estudos avaliaram diferentes métodos no intuito de preveni-las (ZARBOCK et al., 2009). A hipoxemia é uma dessas complicações (DUNCAN et al., 1987; JABER; CHANQUES; JUNG, 2010; SQUADRONE et al., 2005; ZARBOCK et al., 2009). Embora para o nosso estudo o I/O tenha sido significativamente menor para o grupo *e-UFT* em relação ao grupo *e-FT* ($352,24 \pm 42,13$ vs $404,56 \pm 51,76$ mmHg, respectivamente) no início do protocolo, isso também poderia ser explicado através do potencial interindividual nas propriedades de força e comprimento diafragmática, uma vez que, o VT não apresentou diferença significativa (**Figura 2**). Ainda assim, não poderíamos fazer uma relação direta tendo em vista que demonstramos valores acima de 300 mmHg, sendo este, considerado satisfatório (WARNER, 2000).

Do ponto de vista hemodinâmico pós-extubação, nossos achados mostraram uma pressão arterial sistólica (PAS) significativamente mais elevada para o grupo-*eFT* ($110,83 \pm 16,00$ mmHg) quando comparado com o grupo-*eUFT* ($97,55 \pm 13,38$ mmHg, $p < 0,05$) no início do estudo. Esse comportamento poderia ser facilmente explicado pelo maior quantitativo de cirurgia de troca valvar mitral (TVM) que foi de 33,3% para o grupo-*eFT*, uma vez que, neste tipo de cirurgia, geralmente são toleradas PAS mais elevadas devido ao menor risco de sangramento nas suturas de baixa pressão (suturas atriais). Além disso, o despertar desconfortável gerado pela presença do TOT ou mesmo dor pós-operatória não identificada poderiam ser outras explicações para os maiores índices pressóricos. Esses fatores quando associados poderiam ter contribuído para alterações hemodinâmicas mais evidentes no grupo-*eFT*, uma vez que o grupo-*eUFT* foi extubado no BC com uso de analgésicos e medicações que reverterem o efeito sedativo dos anestésicos utilizados proporcionando um despertar mais calmo e consciente ao paciente.

Os benefícios hemodinâmicos citados por alguns autores foram observados no nosso estudo (HOFFMANN et al., 2003; KINDGEN-MILLES et al., 2000, 2005). A frequência cardíaca (FC) se manteve dentro da normalidade nos dois grupos, contudo, ao final da VNI o grupo-*eFT* manteve uma menor média ($81,17 \pm 9,03$ bpm), mostrando que se realiza um débito cardíaco menor devido a uma menor necessidade de gasto de energia, já que o trabalho ventilatório encontrava-se dentro da normalidade. Apesar disso, acreditamos na alta segurança para as duas técnicas de extubação, não havendo complicação hemodinâmica relevante, uma vez que a diferença quantitativa para a FC no grupo-*eUFT* foi de apenas “12 bpm”, o que seria clinicamente irrelevante.

Em relação ao tempo de permanência da UTI nossos achados estão de acordo com o que está reportado na literatura. Kianfar e colaboradores (2015) analisaram 11 pacientes após transplante cardíaco submetidos a extubação *Ultra Fast-Track* (ZARBOCK et al., 2009). Seus dados mostraram um tempo médio de permanência na UTI de $1,72 \pm 1,5$ dias. Para o nosso estudo, tivemos uma média de permanência de $1,78 \pm 1,64$ vs $1,45 \pm 0,52$ dias para os grupos *eUFT* e *eFT*.

Em virtude de complicações após cirurgia cardíaca que, rotinas de cuidados no pós-operatório de cirurgia cardíaca vem sendo descritas (WYNNE et al., 2004). A maioria dessas

intervenções concentra-se especificamente no manejo das vias aéreas incluindo as técnicas de extubação precoce *Fast-Track* e *Ultra Fast-Track*. Além de outras como, posição do paciente no pós-operatório, controle da dor e deambulação precoce (WYNNE et al., 2004). Para o nosso estudo, concentramos ocorrências de complicações pulmonares durante a permanência dos pacientes na UTI.

Desta forma, demonstramos que o grupo-*eFT* não desenvolveu complicações pós-operatórias relacionadas ao tempo de AVM que foi de $272,42 \pm 78,26$ minutos, como foi visto por RANUCCI e colaboradores (2007), que mostraram aumento das complicações pós-operatórias em pacientes extubados após apenas 120 ou 180 minutos de AVM (KIANFAR et al., 2015). Nesse estudo a taxa de reintubação foi de 0,0 %, o que valida a segurança das duas técnicas em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca. Para tanto, nossa população de estudo foi pré-selecionada de acordo com o nosso protocolo para extubação precoce e excluímos principalmente os pacientes com alto risco de morte através do EuroSCORE II.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a distribuição da ventilação pulmonar se comporta de forma homogênea entre a extubação *Ultra Fast-Track* e *Fast-Track*. Essa distribuição regional e aeração pulmonar podem ser potencialmente usados para prever o sucesso da extubação *Ultra Fast-Track* e *Fast-Track* que precisa ser confirmada em outros estudos randomizados prospectivos.

REFERÊNCIAS

- ADLER, A. et al. GREIT: a unified approach to 2D linear EIT reconstruction of lung images. **Physiol. Meas**, v. 30, p. 35–55, 2009.
- BADENES, R.; LOZANO, A.; BELDA, F. J. Postoperative Pulmonary Dysfunction and Mechanical Ventilation in Cardiac Surgery. v. 2015, 2015.
- BIKKER, I. G. et al. Electrical impedance tomography measured at two thoracic levels can visualize the ventilation distribution changes at the bedside during a decremental positive end-expiratory lung pressure trial. **Critical Care**, v. 15, n. 4, p. R193, 2011.
- BLANKMAN, P.; VAN DER KREEFT, S. M.; GOMMERS, D. Tidal ventilation distribution during pressure-controlled ventilation and pressure support ventilation in post-cardiac surgery patients. **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, v. 58, n. 8, p. 997–1006, 2014.
- BOCCHI, E.A., MARCONDES-BRAGA, F.G., BACAL, F. ET AL. Sociedade brasileira de cardiologia. Atualização da diretriz brasileira de insuficiência cardíaca crônica. **Arq Bras Cardiol**, v. 98, p. 1–33, 2012.
- BROWN, B. H.; BARBER, D. C.; SEAGAR, A D. Applied potential tomography: possible clinical applications. **Clinical physics and physiological measurement : an official journal of the Hospital Physicists' Association, Deutsche Gesellschaft fur Medizinische Physik and the European Federation of Organisations for Medical Physics**, v. 6, n. 2, p. 109–121, 1985.
- CHENG, D. C. H. ET AL. Early Tracheal Extubation after Coronary Artery Bypass Graft Surgery Reduce Costs and Improves Resource Use. **Anesthesiology**, v. 85, n. 1, p. 1300–1310, 1996.
- CHENG, D. C. Fast track cardiac surgery pathways: early extubation, process of care, and cost containment. **Anesthesiology**, v. 88, n. 6, p. 1429–33, jun. 1998.
- CHRISTENSON, J. T. et al. Adult respiratory distress syndrome after cardiac surgery. **Cardiovascular surgery (London, England)**, v. 4, n. 1, p. 15–21, fev. 1996.
- CHU, D. K. et al. Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (IOTA): a systematic review and meta-analysis. **The Lancet**, v. 391, n. 10131, p. 1693–1705, abr. 2018.
- COSTA, E.L.V., AMATO, M. B. . Electrical impedance tomography in critically ill patients. **Clin Pulm Med**, v. 20, n. 4, p. 178–186, 2013.
- COSTA EL, CHAVES CN, GOMES S, BERALDO MA, VOLPE MS, TUCCI MR, SCHETTINO IA, BOHM SH, CARVALHO CR, TANAKA H, LIMA RG, A. M. Real-time detection of pneumothorax using electrical impedance tomography. **Crit Care Med**, v. 36, n. 4, p. 1230–1238, 2008.
- COSTA, F. et al. Perspectives on the 2014 ESC/EACTS Guidelines on Myocardial Revascularization: Fifty Years of Revascularization: Where Are We and Where Are We

Heading? **Journal of cardiovascular translational research**, v. 8, n. 4, p. 211–20, 19 jun. 2015.

CRESSONI, M. et al. Lung Inhomogeneity in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 189, n. 2, p. 131121141258006, 21 nov. 2014.

DEIBELE, J. M.; LUEPSCHEN, H.; LEONHARDT, S. Dynamic separation of pulmonary and cardiac changes in electrical impedance tomography. **Physiological Measurement**, v. 29, n. 6, p. S1–S14, 1 jun. 2008.

DJAIANI, G. N. et al. Ultra-fast-track anesthetic technique facilitates operating room extubation in patients undergoing off-pump coronary revascularization surgery. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, v. 15, n. 2, p. 152–157, 2001.

DUNCAN, S. R. et al. Nasal continuous positive airway pressure in atelectasis. **Chest**, v. 92, n. 4, p. 621–4, out. 1987.

DUPONT, W. D.; PLUMMER, W. D. Power and sample size calculations. A review and computer program. **Controlled Clinical Trials**, v. 11, n. 2, p. 116–128, 1990.

ENGELMAN, R. M. et al. Fast-track recovery of the coronary bypass patient. **The Annals of Thoracic Surgery**, v. 58, n. 6, p. 1742–1746, 1994.

FLYNN, M. et al. Fast-tracking revisited: Routine cardiac surgical patients need minimal intensive care. **European Journal of Cardio-thoracic Surgery**, v. 25, n. 1, p. 116–122, 2004a.

FLYNN, M. et al. Fast-tracking revisited: Routine cardiac surgical patients need minimal intensive care. **European Journal of Cardio-thoracic Surgery**, v. 25, n. 1, p. 116–122, 2004b.

FRERICHS I, DARGAVILLE PA, DUDYKEYVYCH T, R. P. Electrical impedance tomography: a method for monitoring regional lung aeration and tidal volume distribution? **Intensive Care Med**, v. 29, n. 12, p. 2312–2316, 2003.

FRERICHS, I.; BECHER, T.; WEILER, N. Electrical impedance tomography imaging of the cardiopulmonary system. **Current Opinion in Critical Care**, v. 20, n. 3, p. 323–332, 2014.

HALTER, J. M. et al. Positive End-Expiratory Pressure after a Recruitment Maneuver Prevents Both Alveolar Collapse and Recruitment/Derecruitment. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 167, n. 12, p. 1620–1626, 15 jun. 2003.

HÄNTSCHEL, D. et al. Leipzig fast-track protocol for cardio-anesthesia. Effective, safe and economical. **Der Anaesthesist**, v. 58, n. 4, p. 379–86, 4 abr. 2009.

HAWKES, C. A.; DHILEEPAN, S.; FOXCROFT, D. R. Early extubation for adult cardiac surgical patients. In: HAWKES, C. A. (Ed.). . **The Cochrane Database of Systematic Reviews**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2003.

HEAD, S. J. et al. Coronary artery bypass grafting: Part 1--the evolution over the first 50 years. **European Heart Journal**, v. 34, n. 37, p. 2862–2872, 1 out. 2013.

HIGGINS, T. L. Pro: early endotracheal extubation is preferable to late extubation in patients following coronary artery surgery. **Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia**, v. 6, n. 4, p. 488–93, ago. 1992.

HOFFMANN, B. et al. Cardiopulmonary effects of non-invasive positive pressure ventilation (NPPV) - A controlled, prospective study. **Thoracic and Cardiovascular Surgeon**, v. 51, n. 3, p. 142–146, jun. 2003.

HULZEBOS, E. H. J. et al. Prediction of postoperative pulmonary complications on the basis of preoperative risk factors in patients who had undergone coronary artery bypass graft surgery. **Physical therapy**, v. 83, n. 1, p. 8–16, jan. 2003.

JABER, S.; CHANQUES, G.; JUNG, B. Postoperative Noninvasive Ventilation. **Anesthesiology**, v. 112, n. 2, p. 453–461, fev. 2010.

JUCÁ, R.; MONTE, L. Early tracheal extubation after coronary artery bypass grafting. **The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, v. 114, n. 4, p. 687, out. 1997.

KARAMAN, Y. et al. Effects of dexmedetomidine and propofol on sedation in patients after coronary artery bypass graft surgery in a fast-track recovery room setting. **Journal of Anesthesia**, v. 29, n. 4, p. 522–528, 24 ago. 2015.

KARSTEN, J. et al. Positive end-expiratory pressure titration at bedside using electrical impedance tomography in post-operative cardiac surgery patients. v. 59, p. 723–732, 2015.

KIANFAR, A. et al. Ultra fast-track extubation in heart transplant surgery patients. **International Journal of Critical Illness and Injury Science**, v. 5, n. 2, p. 89, 2015.

KINDGEN-MILLES, D. et al. Nasal continuous positive airway pressure: A method to avoid endotracheal reintubation in postoperative high-risk patients with severe nonhypercapnic oxygenation failure. **Chest**, v. 117, n. 4, p. 1106–1111, 2000.

KINDGEN-MILLES, D. et al. Nasal CPAP therapy: effects of different CPAP levels on pressure transmission into the trachea and pulmonary oxygen transfer. **Acta anaesthesiologica Scandinavica**, v. 46, n. 7, p. 860–5, ago. 2002.

KINDGEN-MILLES, D. et al. Nasal-continuous positive airway pressure reduces pulmonary morbidity and length of hospital stay following thoracoabdominal aortic surgery. **Chest**, v. 128, n. 2, p. 821–828, 2005.

KOBAYASHI, T. et al. [Effect of Ultra-fast-track Extubation in Cardiovascular Surgery]. **Kyobu geka. The Japanese journal of thoracic surgery**, v. 69, n. 12, p. 971–978, nov. 2016.

KOBYLIANSKII, J. et al. Electrical impedance tomography in adult patients undergoing mechanical ventilation: A systematic review. **Journal of Critical Care**, v. 35, p. 33–50, out. 2016.

LAGHI, F. et al. Diaphragmatic neuromechanical coupling and mechanisms of hypercapnia during inspiratory loading. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 198, p. 32–41, jul. 2014.

LEHMANN, S. et al. Global and Regional Lung Function in Cystic Fibrosis Measured by Electrical Impedance Tomography. **Pediatr Pulmonol.**, v. 51, n. 11, p. 1191–1199, 2016.

LENIQUE, F. et al. Ventilatory and hemodynamic effects of continuous positive airway pressure in left heart failure. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 155, n. 2, p. 500–505, fev. 1997.

LEONHARDT, S.; LACHMANN, B. Electrical impedance tomography: the holy grail of ventilation and perfusion monitoring? **Intensive care medicine**, v. 38, n. 12, p. 1917–29, 20 dez. 2012.

LIMA, C. A. et al. Impacto do fast track em cirurgia cardíaca de adultos: desfechos clínicos e hospitalares. **Revista Brasileira de terapia intensiva**, v. 31, n. 3, p. 361–367, 2019.

LINDBERG, P. et al. Atelectasis and lung function in the postoperative period. **Acta anaesthesiologica Scandinavica**, v. 36, n. 6, p. 546–53, ago. 1992.

LONGHINI, F. et al. Electrical impedance tomography during spontaneous breathing trials and after extubation in critically ill patients at high risk for extubation failure: a multicenter observational study. **Annals of Intensive Care**, v. 9, n. 1, p. 88, 13 dez. 2019.

LOOP, F. D. You are in charge of cost. **The Annals of Thoracic Surgery**, 1995.

LU, Q.; ROUBY, J. J. Measurement of pressure-volume curves in patients on mechanical ventilation. Methods and significance. **Minerva anesthesiologica**, v. 66, n. 5, p. 367–75, maio 2000.

MADDALI, M. M.; KURIAN, E.; FAHR, J. Extubation time, hemodynamic stability, and postoperative pain control in patients undergoing coronary artery bypass surgery: an evaluation of fentanyl, remifentanyl, and nonsteroidal antiinflammatory drugs with propofol for perioperative and postoperative management. **Journal of Clinical Anesthesia**, v. 18, n. 8, p. 605–610, dez. 2006.

MAGNUSSON, L. et al. Atelectasis is a major cause of hypoxemia and shunt after cardiopulmonary bypass: an experimental study. **Anesthesiology**, v. 87, n. 5, p. 1153–63, nov. 1997.

MAURI, T. et al. Effects of Sigh on Regional Lung Strain and Ventilation Heterogeneity in Acute Respiratory Failure Patients Undergoing Assisted Mechanical Ventilation. **Critical care medicine**, v. 43, n. 9, p. 1823–31, set. 2015.

MYLES, P. S. et al. A systematic review of the safety and effectiveness of fast-track cardiac anesthesia. **Anesthesiology**, v. 99, n. 4, p. 982–7, out. 2003.

PELLEGRINI, M. et al. The Diaphragm Acts as a Brake during Expiration to Prevent Lung Collapse. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 195, n. 12, p.

1608–1616, 15 jun. 2017.

PUTENSEN, C. et al. Electrical Impedance Tomography for Cardio-Pulmonary Monitoring. **Journal of Clinical Medicine**, v. 8, n. 8, p. 1176, 2019.

RABBANI, K. S.; KABIR, A. M. Studies on the effect of the third dimension on a two-dimensional electrical impedance tomography system. **Clinical physics and physiological measurement: an official journal of the Hospital Physicists' Association, Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik and the European Federation of Organisations for Medical Physics**, v. 12, n. 4, p. 393–402, nov. 1991.

SALHIYYAH, K. et al. A Clinical and Economic Evaluation of Fast-Track Recovery after Cardiac Surgery. **The Heart Surgery Forum**, v. 14, n. 6, p. 330, 13 dez. 2011.

SIMONNEAU, G. et al. Diaphragm dysfunction induced by upper abdominal surgery. Role of postoperative pain. **The American review of respiratory disease**, v. 128, n. 5, p. 899–903, nov. 1983.

SQUADRONE, V. et al. Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia: a randomized controlled trial. **JAMA**, v. 293, n. 5, p. 589–95, 2 fev. 2005.

STANKIEWICZ-RUDNICKI, M.; GASZYŃSKI, T.; GASZYŃSKI, W. Assessment of regional ventilation in acute respiratory distress syndrome by electrical impedance tomography. **Anesthesiology Intensive Therapy**, v. 47, n. 1, p. 77–81, 7 mar. 2015.

SWINIARSKI, G. V. et al. A comprehensive literature review on hypothermia and early extubation following coronary artery bypass surgery. **Applied Nursing Research**, v. 28, n. 2, p. 137–141, 2015.

TAGGART, D. P. et al. Respiratory dysfunction after uncomplicated cardiopulmonary bypass. **The Annals of Thoracic Surgery**, v. 56, n. 5, p. 1123–1128, nov. 1993.

TANAKA, H. et al. Fuzzy modeling of electrical impedance tomography images of the lungs. **Clinics**, v. 63, p. 363–370, 2008.

TITINGER, D. P. et al. Cardiac Surgery Costs According to the Preoperative Risk in the Brazilian Public Health System. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 105, n. 2, p. 130–138, 2015.

VICTORINO, J. A. et al. Imbalances in regional lung ventilation: a validation study on electrical impedance tomography. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 169, n. 7, p. 791–800, 1 abr. 2004.

WARNER, M. Preventing postoperative pulmonary complications. The role of the anesthesiologist. **Anesthesiology**, v. 95, n. 5, p. 1467–1472, 2000.

WYNNE, B. R. et al. Postoperative pulmonary dysfunction in adults after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: clinical significance and implications for practice. **Am J Crit Care**, v. 13, n. 5, p. 384–394, 2004.

YOUSSEFI, P. et al. Predictors of Failure in Fast-Track Cardiac Surgery. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, v. 29, n. 6, p. 1466–1471, 2015.

ZARBOCK, A. et al. Prophylactic Nasal Continuous Positive Airway Pressure Following Cardiac Surgery Protects From Postoperative Pulmonary Complications. **Chest**, v. 135, n. 5, p. 1252–1259, maio 2009.

ZETTERVALL, S. L. et al. Early extubation reduces respiratory complications and hospital length of stay following repair of abdominal aortic aneurysms. **Journal of Vascular Surgery**, p. 1–8, 2016.

ZHAO, Z. et al. Spontaneous breathing trials after prolonged mechanical ventilation monitored by electrical impedance tomography: an observational study. **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, v. 61, n. 9, p. 1166–1175, 2017.

ZHU, F.; LEE, A.; CHEE, Y. E. Fast-track cardiac care for adult cardiac surgical patients. In: LEE, A. (Ed.). . **Cochrane Database of Systematic Reviews**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2012.

APÊNDICE A - ARTIGO 1 - ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO DA VENTILAÇÃO REGIONAL EM PACIENTES SUBMETIDOS A EXTUBAÇÃO *FAST-TRACK* E *ULTRA FAST-TRACK* SEGUIDOS DE VENTILAÇÃO NÃO-INVASIVA NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA

Artigo 1 - FIGURAS E TABELAS

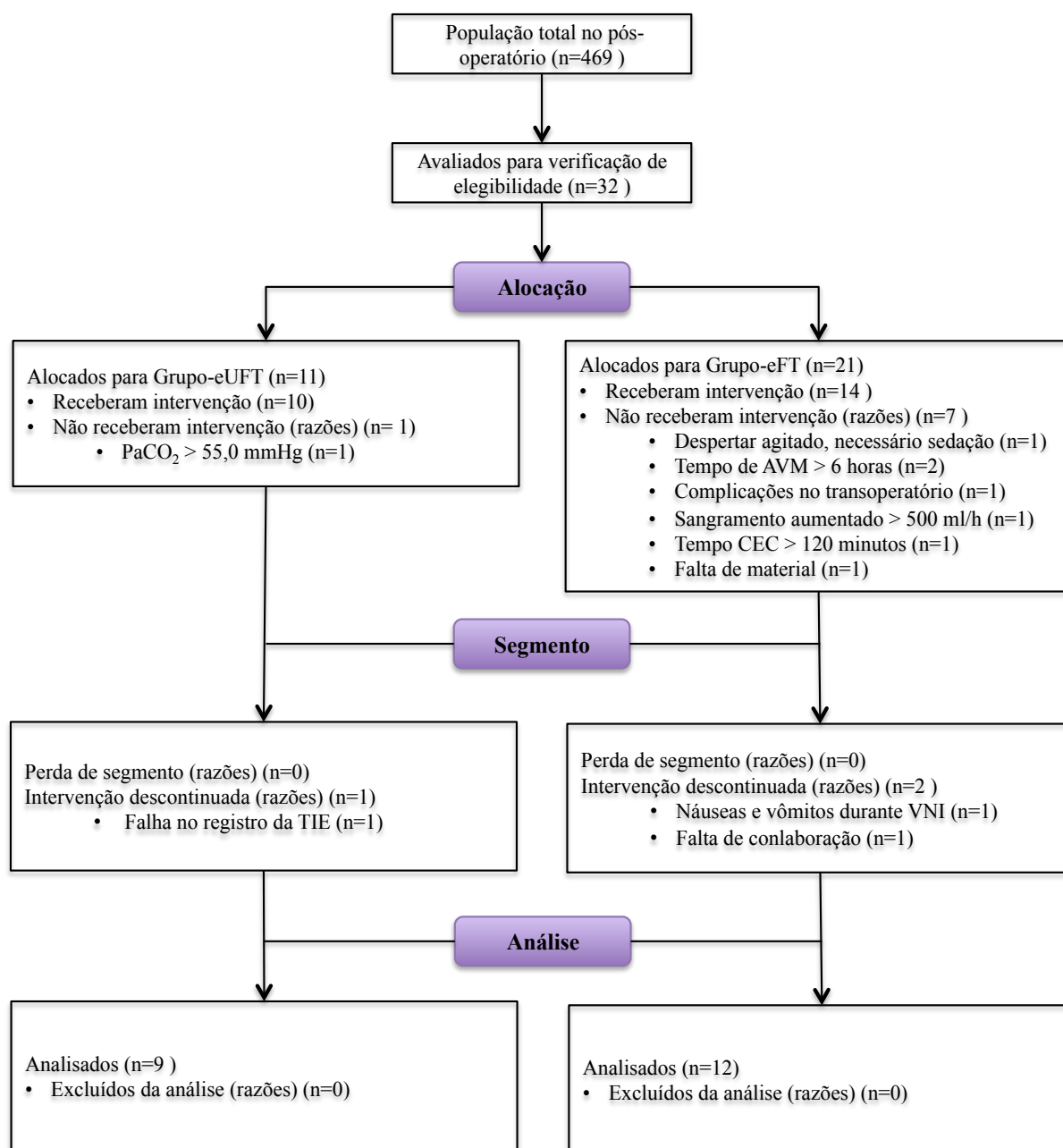


Figura 2. Fluxograma de captação e acompanhamento dos participantes.

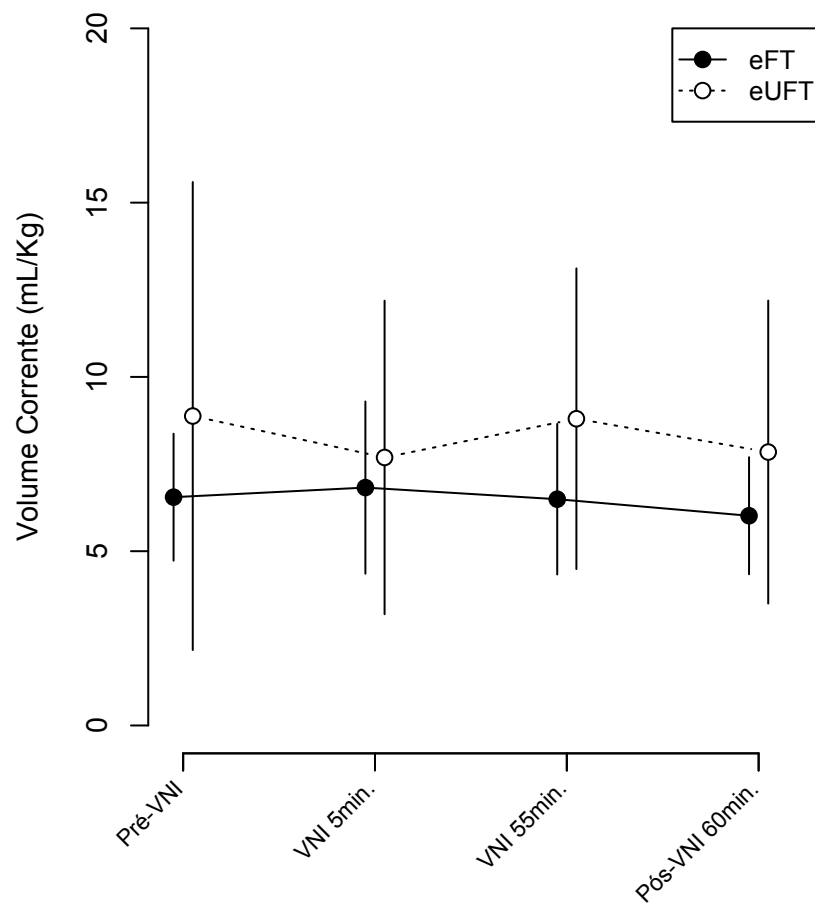


Figura 3. Comportamento do volume corrente (VT) entre os grupos, avaliado pela TIE (média $\pm$ desvio padrão).

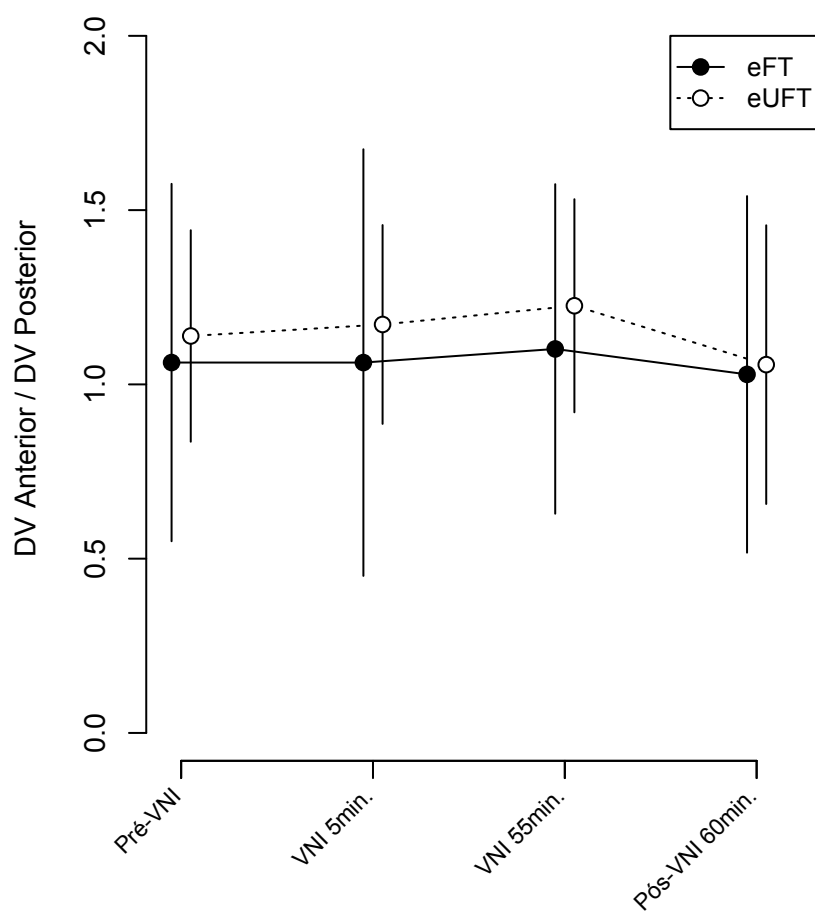


Figura 4. Relação de homogeneidade de distribuição da ventilação entre os grupos, avaliado pela TIE (média $\pm$ desvio padrão).

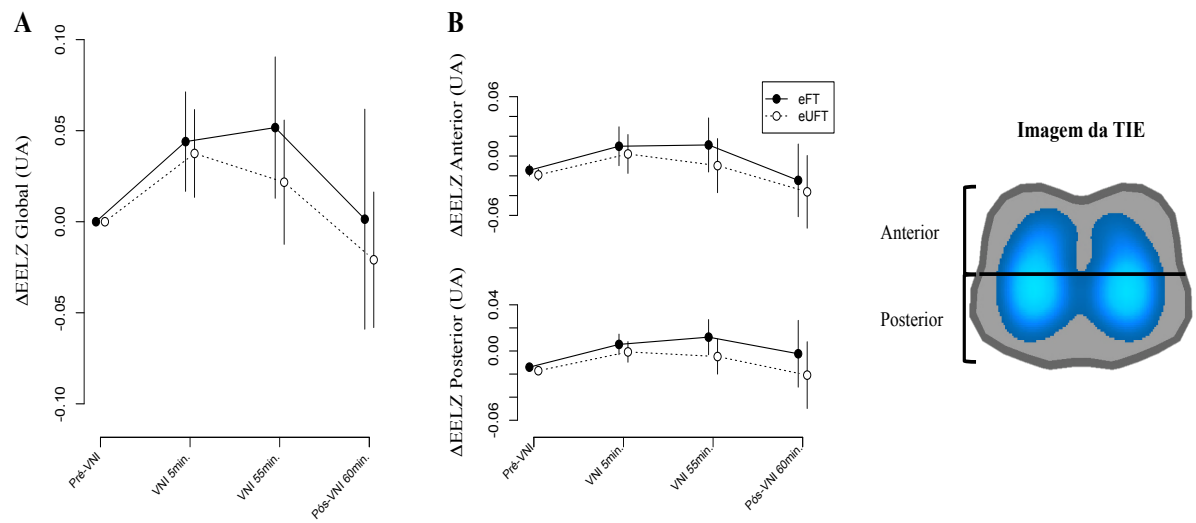


Figura 5. Comportamento da variação da impedância pulmonar expiratória final (Δ EELZ) global, anterior e posterior entre os grupos, através da TIE.

Tabela 1. Características clínicas da amostra.

Características	Grupo-eUFT N = 9 (Média ± DP)	Grupo-eFT N = 12 (Média ± DP)	P valor
Idade (anos)	49,44 ± 14,90	50,83 ± 11,73	0,917
IMC (kg/m ²)	25,89 ± 3,12	24,30 ± 3,02	0,254
Gênero			
Masculino	7 (77,8%)	7 (58,3%)	0,350
Feminino	2 (22,2%)	5 (41,7%)	0,350
Hipertensão	6 (66,7%)	6 (50,0%)	0,445
Diabetes	0 (100%)	2 (16,7%)	0,198
Tabagismo	0 (100%)	2 (16,7%)	0,198
Tipos de cirurgias			
Cirurgia de RM	5 (55,6%)	6 (50,0%)	0,801
Cirurgia de TVM	1 (11,1%)	4 (33,3%)	0,237
Cirurgia de Plastia Mitral	1 (11,1%)	1 (8,3%)	0,830
Cirurgia de TVAo	1 (11,1%)	1 (8,3%)	0,830
Cirurgia de CIA	1 (11,1%)	0	0,237
Tempo de CEC (min)	65,44 ± 22,76	58,33 ± 32,93	0,586
Tempo de clampeamento aórtico (min)	43,44 ± 18,57	40,58 ± 25,78	0,781
Tempo de AVM (min)	0,0 ± 0,0	272,42 ± 78,26	0,000‡
Tempo de cirurgia (min)	180,00 ± 53,85	181,67 ± 44,84	0,939
Tempo de anestesia (min)	223,33 ± 49,30	214,58 ± 41,47	0,664
ASA	2,89 ± 0,33	3,08 ± 0,28	0,169
Ramsay	3,00 ± 0,00	3,00 ± 0,00	-
EuroScore II (%)	0,71 ± 0,09	0,82 ± 0,18	0,148
FEVE (%)	68,86 ± 8,03	64,30 ± 10,63	0,354
Tempo na URCT (dias)	1,78 ± 1,64	1,45 ± 0,52	0,917
Tempo hospitalar (dias)	5,78 ± 1,48	8,08 ± 5,26	0,169
Complicações respiratórias	0 (9)	0 (12)	-

IMC: índice de massa corpórea; RM: revascularização do miocárdio; TVM: troca de valvar mitral; TVAo: troca valvar aórtico; CEC: circulação extracorpórea; AVM: assistência ventilatória mecânica; ASA: american society of anesthesiologists; FEVE: fração de ejeção do ventrículo esquerdo; URCT: unidade de recuperação de cirurgia torácica. (‡Valor p < 0,05; Teste de Mann-Whitney).

Tabela 2. Correlação do volume corrente estimado pela impedância com volume medido pelo pneumotacografo.

Grupos	Pacientes	R2
<i>eUFT</i>	1	0.96
<i>eUFT</i>	2	0.98
<i>eUFT</i>	3	0.94
<i>eUFT</i>	4	0.86
<i>eUFT</i>	5	0.94
<i>eUFT</i>	6	0.97
<i>eUFT</i>	7	0.98
<i>eUFT</i>	8	0.94
<i>eUFT</i>	9	0.96
<i>eFT</i>	1	0.98
<i>eFT</i>	2	0.97
<i>eFT</i>	3	0.91
<i>eFT</i>	4	0.97
<i>eFT</i>	5	0.92
<i>eFT</i>	6	0.97
<i>eFT</i>	7	0.93
<i>eFT</i>	8	0.97
<i>eFT</i>	9	0.98
<i>eFT</i>	10	0.96
<i>eFT</i>	11	0.94
<i>eFT</i>	12	0.96

eUFT: extubação *Ultra Fast-Track*; *eFT*: extubação *Fast-Track*.

Tabela 3. Sinais clínicos e hemodinâmicos da amostra durante o seguimento.

Características	Grupo-eUFT	Grupo-eFT	P valor	Grupo-eUFT	Grupo-eFT	P valor	Grupo-eUFT	Grupo-eFT	P valor	Grupo-eUFT	Grupo-eFT	P valor
	N=9	N=12		N=9	N=12		N=9	N=12		N=9	N=12	
	Pré-VNI (Média ± DP)	Pré-VNI (Média ± DP)		VNI-5min (Média ± DP)	VNI-5min (Média ± DP)		VNI-55min (Média ± DP)	VNI-55min (Média ± DP)		Pós VNI-60min (Média ± DP)	Pós VNI-60min (Média ± DP)	
SpO2 (%)	96,22 ± 1,98	96,50 ± 1,93	0,430	96,89 ± 1,90	97,00 ± 1,80	0,586	98,00 ± 1,41	97,67 ± 1,82	1,000	97,78 ± 1,78	97,33 ± 1,37	0,753
FC (bpm)	90,00 ± 14,29	82,42 ± 11,16	0,187	89,11 ± 4,43	78,75 ± 10,55	0,079	93,22 ± 14,33	81,17 ± 9,03	0,018*	89,89 ± 15,35	81,00 ± 9,62	0,032 [†]
FR (ipm)	18,78 ± 4,63	16,25 ± 3,41	0,295	17,33 ± 4,92	14,08 ± 2,93	0,175	15,78 ± 3,45	17,17 ± 4,66	0,417	16,11 ± 3,65	16,58 ± 3,28	1,000
PAS (mmHg)	97,55 ± 13,38	110,83 ± 16,00	0,019*	100,22 ± 17,81	108,91 ± 14,26	0,381	106,77 ± 14,88	114,91 ± 15,95	0,421	108,11 ± 21,30	117,33 ± 21,14	0,098
PAD (mmHg)	51,44 ± 6,42	58,33 ± 10,85	0,202	53,33 ± 7,17	57,50 ± 11,89	0,613	59,00 ± 8,90	61,00 ± 13,21	0,944	55,11 ± 9,10	58,08 ± 7,10	0,493

SpO2: saturação periférica de oxigênio; FC: frequência cardíaca; FR: frequência respiratória; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica. (*Diferença significativa grupo*grupo, $p < 0,05$).

Tabela 4. Análise da gasometria arterial nos subgrupos para os tempos Pré-VNI e Pós VNI-60min.

Variáveis	Grupo-eUFT	Grupo-eFT	P valor (<i>Teste T</i>)	Grupo-eUFT	Grupo-eFT	P valor (<i>Teste T</i>)
	(N=9)	(N=12)		(N=9)	(N=12)	
	Pré-VNI (Média ± DP)	Pré-VNI (Média ± DP)		Pós VNI-60min (Média ± DP)	Pós VNI-60min (Média ± DP)	
I/O (mmHg) - FiO ₂ =21%	352,24 ± 42,13	404,56 ± 51,76	0,023*	399,21 ± 44,41	401,15 ± 37,60	0,915
PaO ₂ (mmHg)	78,58 ± 7,83	84,95 ± 10,86	0,153	83,83 ± 9,32	84,24 ± 7,89	0,915
PaCO ₂ (mmHg)	41,30 ± 6,73	37,19 ± 4,13	0,100	37,71 ± 4,69	37,69 ± 3,75	0,992
pH	7,30 ± 0,03	7,31 ± 0,07	0,795	7,35 ± 0,05	7,35 ± 0,01	0,761
Lactato (mmol/L)	3,87 ± 1,07	4,67 ± 3,15	0,476	6,12 ± 2,41	4,81 ± 3,82	0,380

I/O: índice de oxigenação; FC: frequência cardíaca; Fr: frequência respiratória; SpO₂: saturação periférica de oxigênio; PaO₂: pressão arterial de oxigênio; PaCO₂: pressão arterial de gás carbônico. *Valor $p < 0,05$; Teste T Independente. ‡Valor $p < 0,05$; Teste T pareado.

**APÊNDICE B - ARTIGO 2 – ARE ALVEOLAR RECRUITMENT MANEUVERS
AND PEEP VENTILATION EFFECTIVE THE INTRAOPERATIVE PERIOD OF
LAPROSCOPIC BARIATRIC SURGERY? A SYSTEMATIC REVIEW**

Foi submetido a revista Anesthesia & Analgesia.

Qualis A2 para área 21 da CAPES, fator de impacto 3,82.

Anesthesia & Analgesia

ARE ALVEOLAR RECRUITMENT MANEUVERS AND PEEP VENTILATION EFFECTIVE IN THE INTRAOPERATIVE PERIOD OF LAPROSCOPIC BARIATRIC SURGERY? A SYSTEMATIC REVIEW

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Full Title:	ARE ALVEOLAR RECRUITMENT MANEUVERS AND PEEP VENTILATION EFFECTIVE IN THE INTRAOPERATIVE PERIOD OF LAPROSCOPIC BARIATRIC SURGERY? A SYSTEMATIC REVIEW
Short Title:	ALVEOLAR RECRUITMENT IN BARIATRIC SURGERY
Article Type:	Systematic Review Article
Corresponding Author:	Daniella Brandao, PhD Universidade Federal de Pernambuco BRAZIL
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Universidade Federal de Pernambuco
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Gustavo Correia, M.D student
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Gustavo Correia, M.D student Helen Fuzari, Ph.D Antônio Gonçalves, Ph.D student Juliana Souza, M.D student Maria Aguiar, Ph.D Norma Módolo, Ph.D Armêle Andrade, Ph.D Shirley Campos, Ph.D Daniella Brandao, Ph.D
Order of Authors Secondary Information:	
Manuscript Region of Origin:	BRAZIL
Abstract:	Do alveolar recruitment maneuvers (ARM) and ventilation with positive end-expiratory pressure (PEEP) prevent atelectasis and alveolar collapse in the intraoperative period of laparoscopic bariatric surgery? A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Obese subjects undergoing laparoscopic bariatric surgery. Alveolar recruitment maneuver and mechanical ventilation with PEEP guided by electrical impedance tomography (EIT). Primary outcomes were: regional pulmonary ventilation (regional impedance variation - Δz), end-expiratory lung impedance (EELI), and end-expiratory lung volume (EELV). Secondary outcomes were: driving pressure (Δp), positive end-expiratory pressure (PEEP) and plateau pressure (Pplat). The survey identified three eligible studies. The sample consisted of 136 participants of both genders. The alveolar recruitment maneuver was performed through the mechanical ventilator and using the electrical impedance tomography in the patient's chest. The studies showed moderate to high risk of bias, and the quality of the evidence was classified as very low quality due to the methodological limitations found and absence of directionality. The meta-analysis showed that ARM followed by PEEP and guided by EIT did not significantly improve plateau pressure ([Mean Difference-

	MD] 4.45 cmH ₂ O, 95% CI -0.26 to 9.15) or respiratory system compliance (MD 20.60 ml/cmH ₂ O, 95% CI -1.34 to 42.55) when compared to the control. ARM with PEEP guided by EIT does not significantly improve the respiratory system mechanics in the intraoperative period in obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery. Evidence for these findings may have been influenced by some sources of bias.
Requested Editor:	
Suggested Reviewers:	Luciana Alcoforado, pH.D Universidade Estacio de Sa Faculdade de Medicina Estacio de Juazeiro do Norte lucalcoforado@yahoo.com.br
Opposed Reviewers:	
Funding Information:	
Author Comments:	

Cover Letter



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Ciências da Saúde
Departamento de Fisioterapia

Monday, July 29th, 2019.

Dr. Jean-Francois Pittet ,

We would like to submit our paper entitled “ARE ALVEOLAR RECRUITMENT MANEUVERS AND PEEP VENTILATION EFFECTIVE IN THE INTRAOPERATIVE PERIOD OF LAPROSCOPIC BARIATRIC SURGERY? A SYSTEMATIC REVIEW ” by Gustavo H. Correi et al. to ANESTHESIA AND ANALGESIA.

There is evidence that mechanical ventilation with PEEP guided by EIT has proven to be a valuable method of optimizing PEEP in obese patients submitted to laparoscopic bariatric surgery. However, it is unclear whether ARM followed by mechanical ventilation with PEEP and guided by EIT in the intraoperative period affects the distribution of pulmonary ventilation in this population. This strategy is expected to optimize a more homogeneous distribution of ventilation and minimize the risk of postoperative respiratory complications.

Our findings demonstrate that a low evidence was found that obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery under ARM with PEEP guided by EIT did not achieve improvement in regional intraoperative pulmonary ventilation. In addition, these findings are based on limited randomized trials in quantity and quality, thus requiring more adequate studies with a larger sample size and more rigorous control of bias risk

This is an original study that has not yet been published either in part or as a whole, and we believe that it will be of great interest to your readers.

Warmest regards,

Daniella Cunha Brandão Ph.D.
Professor

ARE ALVEOLAR RECRUITMENT MANEUVERS AND PEEP VENTILATION EFFECTIVE IN THE INTRAOPERATIVE PERIOD OF LAPROSCOPIC BARIATRIC SURGERY? A SYSTEMATIC REVIEW

ALVEOLAR RECRUITMENT MANEUVERS IN BARIATRIC SURGERY

*Gustavo H. Correia, M.D. student, †Helen K. B. Fuzari, Ph.D, ‡Antônio C. E. Gonçalves,
Ph.D. student, *Juliana A. F. Souza, M.D. student, *Maria I. R. Aguiar, Ph.D, ‡Norma S. P.
Módolo, Ph.D *Armêle D. Andrade, Ph.D, *Shirley L. Campos, Ph.D, *Daniella C. Brandão,
Ph.D.

From the *Post-Graduation Program in Physicaltherapy, Federal University of Pernambuco
(UFPE), Recife, Pernambuco; †Post-Graduation Program in Neuropsychiatry and Behavioral
Sciences, Federal University of Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco; ‡Post-Graduation
Program in Anesthesiology, Estadual Paulista University (UNESP), Botucatu, São Paulo.

Funding: None.

The authors declare no conflicts of interest.

Address correspondence to Daniella C. Brandão, PH, Federal University of Pernambuco
(UFPE), Av. Jornalista Aníbal Fernandes, 173 – Cidade Universitária – Recife/ PE - CEP
50740-560. Address e-mail to daniellacunha@hotmail.com - Phone number: : (+5581) 98135-
9335

List The Word Count

Abstract: 237

Introduction: 306

Discussion: 960

Overall word count (excluding Abstract and References): 3991

GLOSSARY

1		
2		
3		
4	ARM	Alveolar recruitment maneuvers
5		
6	PEEP	Positive end-expiratory pressure
7		
8	EIT	Electrical impedance tomography
9		
10	EELI	End-expiratory lung impedance
11		
12		
13	EELV	End-expiratory lung volume
14		
15	Δp	Driving pressure
16		
17		
18	P_{plat}	Plateau pressure
19		
20	MD	Mean Difference
21		
22		
23	FRC	Functional residual capacity
24		
25	CoG	Center of gravity
26		
27		
28	GHC	Gustavo Henrique Correia
29		
30	HKBF	Helen Kerlen Bastos Fuzari
31		
32		
33	DCB	Daniella Cunda Brandão
34		
35	GRADE	Grading of recommendations assessment, development and evaluation
36		
37	ROIs	Regions of interest
38		
39		
40	BP	Blood pressure
41		
42	HR	Heart rate
43		
44		
45	Bpm	Beats per minute
46		
47	RevMan	Review manager
48		
49		
50	ESICM	European society of intensive care medicine
51		
52	VT	Tidal volume
53		
54		
55	FiO₂	Inspiratory oxygen fraction
56		
57	PEEP_{IND}	Individualized positive end-expiratory pressure
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		

	RVDI	Regional ventilation delay index
1	PL	Transpulmonary pressure
2		
3	IR	Impedance ratio
4		
5	Compl	Compliance
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		

ABSTRACT

Do alveolar recruitment maneuvers (ARM) and ventilation with positive end-expiratory pressure (PEEP) prevent atelectasis and alveolar collapse in the intraoperative period of laparoscopic bariatric surgery? A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Obese subjects undergoing laparoscopic bariatric surgery. Alveolar recruitment maneuver and mechanical ventilation with PEEP guided by electrical impedance tomography (EIT). Primary outcomes were: regional pulmonary ventilation (regional impedance variation - Δz), end-expiratory lung impedance (EELI), and end-expiratory lung volume (EELV). Secondary outcomes were: driving pressure (Δp), positive end-expiratory pressure (PEEP) and plateau pressure (P_{plat}). The survey identified three eligible studies. The sample consisted of 136 participants of both genders. The alveolar recruitment maneuver was performed through the mechanical ventilator and using the electrical impedance tomography in the patient's chest. The studies showed moderate to high risk of bias, and the quality of the evidence was classified as very low quality due to the methodological limitations found and absence of directionality. The meta-analysis showed that ARM followed by PEEP and guided by EIT did not significantly improve plateau pressure ([Mean Difference-MD] 4.45 cmH₂O, 95% CI -0.26 to 9.15) or respiratory system compliance (MD 20.60 ml/cmH₂O, 95% CI -1.34 to 42.55) when compared to the control. ARM with PEEP guided by EIT does not significantly improve the respiratory system mechanics in the intraoperative period in obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery. Evidence for these findings may have been influenced by some sources of bias.

KEYWORDS: Obesity, electrical impedance, respiration artificial, positive pressure respiration.

KEY POINTS SUMMARY

Question: Do alveolar recruitment maneuvers (ARM) and ventilation with positive end-expiratory pressure (PEEP) prevent atelectasis and alveolar collapse in the intraoperative period of laparoscopic bariatric surgery?

Findings: Obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery under ARM with PEEP guided by EIT did not achieve improvement in regional intraoperative pulmonary ventilation.

Meaning: Requiring more adequate randomized trials with a larger sample size and more rigorous control of bias risk are urgently needed.

INTRODUCTION

The number of obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery has been increasing worldwide, with around 120 million people being clinically classified as obese (1,2). Although this population has healthy lungs, (3) the changes induced by obesity (3,4), the induction of general anesthesia, mechanical ventilation and pneumoperitoneum management (5) during laparoscopic surgery make these patients prone to perioperative complications, leading to a significant reduction in functional residual capacity (FRC), hypoxemia and formation of atelectasis in the dependent lung regions (3,6). In this context, it is recommended that alveolar recruitment maneuvers (ARMs) and positive end-expiratory pressure (PEEP) be used in bariatric surgery to prevent the risk of atelectasis and to keep the alveoli open according to the “open lung” concept (3). However, there are controversies in the handling of these conducts, mainly regarding the risk of alveoli hyperdistension in non-dependent pulmonary areas (7).

In this context, electrical impedance tomography (EIT) emerges as a non-invasive functional imaging technology which enables monitoring alveolar ventilation free of radiation, and also identifying pulmonary regions with atelectasis and hyperdistension (8,9). EIT enables bedside monitoring by means of indices such as impedance variation (Δz), end-expiratory lung volume (EELV), and center of gravity (CoG)(10).

Studies have shown that mechanical ventilation with PEEP guided by EIT has proven to be a valuable method of optimizing PEEP in obese patients submitted to laparoscopic bariatric surgery (4,7,11). However, it is unclear whether ARM followed by mechanical ventilation with PEEP and guided by EIT in the intraoperative period affects the distribution of pulmonary ventilation in this population. This strategy is expected to optimize a more homogeneous distribution of ventilation and minimize the risk of postoperative respiratory complications.

Therefore, a systematic review with a possible meta-analysis was performed to evaluate the effectiveness of ARM followed by mechanical ventilation with PEEP guided by EIT in obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery.

METHODS

Study identification and selection

A search was performed between September and December of 2018 in the following electronic databases: Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), MEDLINE (via PUBMED), Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS), Scielo, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), CINAHL, Web of Science, Scopus and CAPES. The search strategy included articles which met the following eligibility criteria: randomized controlled clinical trials, obese patients over 18 years of age of both genders undergoing laparoscopic bariatric surgery under mechanical ventilation, recruitment maneuvers, positive end-expiratory pressure, and electrical impedance tomography. The following keywords were used: “bariatric surgery”, “recruitment maneuver”, “electrical impedance tomography”, “laparoscopic surgery”, “mechanical ventilation”, “obese”, “obesity”, “respiration artificial”, “positive end expiratory pressure”, “overweight”, and combinations thereof, without linguistic restriction or year of publication.

Two independent reviewers (GHC) and (HKBF) evaluated the titles and abstracts of articles found in the surveys in relation to the eligibility criteria. If there were disagreements between the reviewers, a third reviewer (DCB) was asked to resolve possible contradictions in the choice of articles. The potentially relevant titles and abstracts found in the database search were stored for further detailed analysis of the full text. The excluded studies were categorized according to the exclusion motif and presented in the flowchart (Figure 1). Duplicate items were removed during evaluation of study characteristics. If there was a need

for incomplete information or data, the authors of the original studies were contacted by e-mail and asked for additional information. The present study was recorded in the PROSPERO International Prospective Register of Systematic Reviews under registration number CRD42018106220, on August 29, 2018.

Evaluation of the study characteristics

Quality

The included studies were evaluated using the Cochrane Risk of Bias Tool, which classifies the risk of bias as high, low or unclear. The risk of bias was considered high if a methodological procedure was not described, unclear if the description was unclear, and low if the procedure was described in detail.

The *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE)* was used to analyze the quality of the evidence. This tool considered study limitations, consistency, targeting, accuracy, and publication bias. An evaluation of these criteria guides the classification of the evidence into one of four quality levels: high, moderate, low and very low.

Participants

The studies were included if participants were older than 18 years of age, involved both genders, undergoing laparoscopic bariatric surgery, ARM, and mechanical ventilation with PEEP, guided by EIT.

Intervention

The experimental intervention of this study was ARM and mechanical ventilation with PEEP guided by EIT. The data extracted on the intervention were the indices evaluated by this equipment, distribution of pulmonary ventilation by regions of interest (ROIs) and compliance of respiratory mechanics. The control group performed ARM and without PEEP, without ARM and with PEEP, or without ARM and without PEEP.

Outcome Measures

The primary endpoint measures were regional pulmonary ventilation (regional impedance variation - Δz), end-expiratory lung impedance (EELI), end-expiratory lung volume (EELV). The measure for regions of interest (ROIs) was given by the distribution of ventilation by lung regions and expressed in %. All pulmonary ventilation measures were evaluated by EIT. Dynamic compliance was assessed by EIT or mechanical ventilator and expressed in ml/cmH₂O.

Secondary outcomes were pulmonary pressures and vital signs. The pulmonary pressure measurements were: driving pressure (Δp), positive end-expiratory pressure (PEEP) and plateau pressure (P_{plat}), each of which was evaluated by the mechanical ventilator and expressed in cmH₂O. The vital signs measures were: blood pressure (BP) and heart rate (HR), evaluated by the bedside monitor and expressed in mmHg and beats per minute (bpm).

Data analysis

Data extracted from the studies such as continuous variables were evaluated, grouped using meta-analysis and expressed as mean difference with a 95% confidence interval. Meta-analyses were performed using the Review Manager (RevMan) version 5.3, as well as the bias risk graph and Microsoft Excel 14.7 for Mac.

RESULTS

Study identification and selection

The search resulted in 64,564 potentially relevant articles. Of these, 64,430 were excluded by titles and abstract for not presenting the keywords of the previously established search strategy. After removal of studies by titles and abstract, 135 articles were excluded for being duplicates, leaving 9 to be evaluated in the full version. Among the articles obtained in full text, one was excluded due to having an ineligible study population (12), two due to an

ineligible intervention (i.e. laparoscopic cholecystectomy surgery) (13,14) and two because they are only available in summary form [one in Clinical Trial (15) and the other in European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) in 2013 (16)]. Finally, we did not succeed in extracting the data for the meta-analysis for a single title since the data were unavailable for consultation, even through email contact with the author (17). The remaining three studies were included in the systematic review (4,7,11), including relevant data from 136 obese patients who met all inclusion criteria (**Table 1**).

Characteristics of the included studies

The characteristics of the study are presented in Table 1. The risk of bias analysis is presented in Figure 2.

Risk of bias

Regarding randomization and allocation, the main methodological limitation for two studies (4,11) was the lack of clarity about the type of randomization, if obtained through software, random numbers or other methods, constituting a high risk of bias. For one of the three studies (7), randomization was performed using a stochastic minimization algorithm, stratified by age (< 45 vs ≥ 45 years) to ensure distribution by age, gender, and risk of pulmonary complications, by applying the ARISCT-Score (< 45 vs ≤ 45 points). The use of allocation concealment was clear in one of the three studies (11), reporting the use of sequentially numbered and sealed envelopes; however, it was not made clear whether the envelopes were opaque and therefore was considered to be a risk of uncertain bias.

Two studies (4,7) were homogeneous at the beginning of the study. One (11) of the three studies did not calculate the sample size assuming that a minimum of 32 patients would be sufficient, and the Shapiro-Wilk test revealed that the data had no normal distribution at individual moments in each group; therefore all data were presented as box plots or median (interquartile range). In relation to blinding, two studies (4,11) did not mention blinding of

participants or collaborators, constituting a high risk of bias. Only one (7) of the three studies reported that the data were stored in an electronic case report, managed and analyzed by independent researchers; however, the authors did not assure that the blinding improbability was broken, and therefore it was classified as a risk of uncertain bias.

Regarding the intention-to-treat analysis, the data loss was balanced between the groups with similar reasons in one (7) of the three studies, and was presented in its selection and results flowchart, and therefore was considered as having a low risk of bias. For the other two studies (4,11), the main limitation was insufficient reporting on the exclusions of losses in the final analysis which allowed for judgment and were therefore classified as risk of uncertain bias.

Regarding the selective report, we did not obtain enough information to enable judgment for all the studies, and therefore we consider this a risk of uncertain bias.

Participants

The three included studies had a total of 136 patients including both genders and ages between 18 and 63 years. All studies were performed in obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery.

Intervention

All of the studies (4,7,11) used mechanical ventilators with tidal volume (VT) of 8 ml/kg predicted body weight and inspiratory oxygen fraction (FiO₂) above 40%, but with different ventilatory modes. Nestler et al. (7) used volume controlled mode, Eichler et al. (4) used pressure controlled mode and Stankiewicz-Rudnicki et al. (11) reported that the patients were ventilated after intubation with predicted VT and did not specify the ventilatory mode.

For all 3 studies (4,7,11), pulmonary ventilation distribution images were obtained by the EIT (PulmoVista™ Dräger Medical) through a belt with 16 electrodes connected to the patients' thorax. Only the study by Nestler et al. (7) does not clarify the amount of electrodes

that was used. For some studies, the belt fixation with the electrodes was in different regions.

While it was not clear for Nestler et al. (7), in Eichler et al. (4) the electrodes were connected at a level above the intermamillary line and in Stankiewicz-Rudnicki et al. (11), they were placed in the 3rd intercostal space. In addition, 20 of the 37 patients included in the study of Eichler et al. (4) were evaluated by EIT.

The three studies (4,7,11) used ARM, however, they were performed in different protocols with different peak pressure and PEEP. In Nestler et al. (7), the PEEP_{IND} group received ARM with a peak pressure of 50 cmH₂O and PEEP of 30 cmH₂O, followed by a decreasing PEEP titration, during which the PEEP was adjusted to 26 cmH₂O and gradually decreased by 2 cmH₂O every 3 minutes. PEEP corresponding to the lowest regional ventilation delay index (RVDI) based on EIT was identified as PEEP_{IND}. In the study by Eichler et al. (4), a nasogastric tube with an esophageal balloon was installed, being positioned at the middle level of the esophagus (after disappearance of cardiac noise, the tube was retracted by another 1 to 2 cm until the changes in pressure were in synchrony with the breathing), aiming to maintain a corresponding PEEP at a transpulmonary pressure (P_L) between -1 and 1 cmH₂O at end expiration. The ARM was with PEEP of 20 cmH₂O and peak pressure of 50 cmH₂O with sustained inflation of 10 seconds. It was initiated with 10 cmH₂O, with PEEP being increased by 5 cmH₂O every 3 minutes until a P_L value of 0 ± 1 was reached. Pneumoperitoneum between 16 and 18 cmH₂O was subsequently installed. The consecutive decrease in P_L was responded by another gradual increase of PEEP until the P_L reached 0 ± 1 cmH₂O again. For the experimental group, a mean PEEP of 23.8 cm H₂O (95% [Confidence Interval-CI] 19.6 to 40.4) was required to establish a P_L of 0 cmH₂O at end expiration. In Stankiewicz-Rudnicki et al. (11), it is not clear how the ARM protocol was performed, and only that two sustained inflation were made for 10 seconds, each with a peak

pressure of 40 cmH₂O. The experimental group subsequently maintained a PEEP of 10 cmH₂O.

For the control groups, the three studies (4,7,11) showed distinct PEEP values, and two (7,11) of the three authors did not perform ARM in their protocol. For Nestler et al. (7), PEEP was fixed at 5 cmH₂O and ARM was not performed for its control group. For Stankiewicz-Rudnicki et al. (11), the PEEP was maintained at 0 cmH₂O, without ARM. The control group was only submitted to ARM and PEEP determined at 10 cmH₂O in the study by Eichler et al. (4).

Outcome Measures

The impedance variation variable (Δz) and/or impedance ratio (IR) was measured in two studies (7,11) through EIT. One study (4) measured the end-expiratory lung impedance (EELI) through the EIT, but did not present its data in absolute values. End-expiratory lung volume (EELV) was measured in one study (7) through EIT. The distribution of ventilation by regions of interest (ROIs) was measured in one study (11) through EIT and the data were supplied by e-mail by the author. The three studies (4,7,11) measured the variable drive pressure (Δp) through mechanical ventilation. However, in two of the three studies (4,11), the variable Δp was adjusted to maintain a tidal volume close to 8 ml/kg of predicted weight, and therefore its data were not given in mean and standard deviation. Respiratory compliance was measured in the three studies (4,7,11) through mechanical ventilation. All three studies (4,7,11) measured the positive end-expiratory pressure (PEEP) variable through mechanical ventilation (4,11) and EIT (7). Two of the three studies (7,11) measured the plateau pressure variable (P_{plat}) through mechanical ventilation. For one of the three studies (11) the blood pressure and heart rate variables were provided by e-mail by the study author.

Metanalysis

Plateau pressure

Two studies (7,11) reported the plateau pressure used in mechanical ventilation, with a combined sample of 99 patients. When compared to the control (control: Plat = 18.7 cmH₂O without ARM and Plat = 21.5 cmH₂O without ARM, respectively), the plateau pressure did not differ significantly, with mean difference of 4.45 cmH₂O (95% CI -0.26 to 9.15), as shown in **Figure 3**. Still, by analyzing the protocol data of the two studies in more detail (7,11), we observed a heterogeneity classified as high in relation to the plateau pressure variable ($P = 0.0009$; $I^2 = 91\%$).

One study (7) reported the effect of plateau pressure for the PEEP_{IND} group, providing data on 50 patients. The plateau pressure for the PEEP_{IND} group was on average 6.90 cmH₂O (CI 95% 4.66 to 9.14) higher than the PEEP₅ group which was frequently related by causing pulmonary hyperdistension, especially in the non-dependent lung.

In the study by Stankiewicz-Rudnicki et al. (11), a reduction in respiratory compliance and increased plateau pressure was observed for the two analyzed groups (PEEP 0 and PEEP 10) at the time of 15 mmHg influx of pneumoperitoneum (T3), and it was reestablished after defibrillation of the pneumoperitoneum with normalization of intra-abdominal pressure.

Respiratory compliance

Two studies (7,11), reported respiratory system compliance prior to extubation with a combined sample of 99 patients. When compared to the control group (control: Compl = 40.0 ml/cmH₂O without ARM and Compl = 26.6 ml/cmH₂O without ARM, respectively), respiratory system compliance did not present a significant difference, with a mean difference of 20.60 (95% -1.34 to 42.55), as shown in Figure 4. In addition, we observed heterogeneity classified as high in relation to the respiratory compliance variable ($P < 0.00001$; $I^2 = 97\%$).

One study (7) reported the effect of respiratory system compliance on the PEEP_{IND} group, providing data on 50 patients. The compliance of the respiratory system for the

PEEP_{IND} group was on average 32.00 (CI 95% 25.02 to 38.98) ml cmH₂O⁻¹ higher than the PEEP₅ group at the end of follow-up, and this effect was associated with ARM.

In the study by Stankiewicz-Rudnicki et al. (11) in obese patients with a PEEP level of 10 cmH₂O preceded by ARM, it was shown to improve respiratory compliance well with pulmonary oxygenation, but did not eliminate the appearance of atelectasis induced by general anesthesia.

GRADE evaluation

According to the GRADE evaluation, the plateau pressure and respiratory system compliance results showed very low quality evidence due to limitations in studies and lack of directionality (**Figure 5**).

Plateau Pressure inconsistency

We observed an inconsistency for the plateau pressure variable due to a high heterogeneity with $P = 0.0009$ and $I^2 = 91\%$, since similarity of the estimates of its effect for the intervention group was presented and there was no overlap of confidence intervals from 4.66 - 9.14 for the study of Nestler et al. (7), and of 0.36 - 3.84 for the study by Stankiewicz-Rudnicki et al. (11).

Respiratory Compliance inconsistency

We observed an inconsistency for the respiratory compliance variable due to a high heterogeneity with $P < 0.00001$ and $I^2 = 97\%$, since similarity of the estimates of its effect in the experimental group was presented and there was no overlap between the confidence intervals 25.02 - 38.98 for the study of Nestler et al. (7) and of 5.74 - 13.46 for the study by Stankiewicz-Rudnicki et al. (11).

Indirect evidence

For confidence in the effect estimates, meaning the quality of evidence was considered reduced or indirect, since there were no direct comparisons between the interventions, which in fact does not answer our research question. Some reasons led to this conclusion such as: differences in ventilation modes, fixation of the EIT electrode strap in different regions, not all patients were evaluated by EIT, different protocols for ARM, different peak pressure and different PEEP.

Inaccuracy

To determine if the estimation of the quality of the evidence was accurate, the calculation of the optimal size of the information was used. For this, we assume an α value of 0.05 and a β value of 0.2, with a power of 0.80 (<https://www.stat.ubc.ca/~rollin/stats/ssize/b2.html>) and a total number of events of 76 was established. Therefore, as the sample size for the three studies (4,7,11) was lower than expected, a classification of inaccuracy would be more appropriate.

DISCUSSION

This review identified that ARM followed by mechanical ventilation with PEEP guided by EIT in obese patients submitted to laparoscopic bariatric surgery does not clarify the impact of changes in plateau pressure and respiratory system compliance, and evidences the scarcity of studies with more methodological rigor.

The three included studies showed important limitations and great heterogeneity in a small number of randomized trials such as different alveolar recruitment protocols, mechanical ventilation modes, positive end-expiratory pressure levels, and EIT electrode fixation positions on the patient's chest.

In fact, a gold standard in terms of intraoperative ARM protocol followed by PEEP for obese patients does not exist, although the poor quality found in the studies through GRADE corroborates this statement. However, this is the first systematic review to evaluate ARM followed by mechanical ventilation with PEEP guided by EIT in this population, and there is evidence that PEEP improves intraoperative respiratory function (13,18,19), especially when combined with ARM (13,20,21).

In laparoscopic bariatric surgery, PEEP is an easy-to-use intraoperative intervention (14), and may be associated with ARM (13,20,21). The loss of intraoperative alveolar units is due to the effects caused by general anesthesia and pneumoperitoneum insufflation, decreasing the EELV (24). Similar results were found in the study by Nestler et al. (7), where anesthetic induction and tracheal intubation in obese patients with low levels of PEEP (5 cmH₂O) resulted in reducing EELV by more than 50% and a deviation of pulmonary ventilation to a non-dependent region. Although using PEEP to prevent alveolar collapse during expiration may be effective, PEEP with low levels may not be sufficient to keep the airways open (4), causing patients to experience hypoxemia during surgery and pulmonary and non-pulmonary complications after surgery (3,4,6,25).

Intraoperative use of PEEP can be dynamically monitored and quantified through real-time EIT, which enables a refined assessment of atelectasis formation during laparoscopic video surgery (13). However, little is known through the EIT about the influence of ARM in this population on pulmonary phenomena such as perfusion, aeration and distribution of pulmonary ventilation.

Patients with morbid obesity submitted to general anesthesia have characteristic differences in respiratory mechanics when compared to adults with normal weight (4), which may hamper the mechanical ventilation strategy in this population. ARM with high levels of

PEEP may be a very useful intraoperative alternative (3), as it prevents atelectasis, keeps the alveoli open (11) and delays complications induced by the effect of anesthesia.

On the other hand, evidence showed that patients undergoing elective abdominal surgery with high tidal volumes (10 to 12 ml/kg of predicted weight) without PEEP and PEEP between 6-8 cmH₂O resulted in an increase in pulmonary and extrapulmonary complications (26), and should therefore be avoided (4). Thus, high tidal volumes with insufficient PEEP are harmful and outdated for this population (4), and so it is recommended that ARM in the presence of high levels of PEEP can improve intraoperative oxygenation and respiratory system compliance without adverse hemodynamic effects in obese patients undergoing surgery (3,11).

Another important and not very established point is the definition of a protocol for ARM which could avoid or minimize all the pulmonary complications expected in the intraoperative period. The three studies presented in this review applied different models for ARM, varying from different inspiratory pressure levels, different strategies to calculate ideal PEEP, and unusual equipment in clinical practice, such as the esophageal balloon. However, the problem in question is not knowing what better equipment to calculate the ideal PEEP, but whether ARM with PEEP guided by EIT is effective in preventing pulmonary complications in obese patients, regardless of protocol.

Given this, Stankiewicz-Rudnicki et al. (11) found their ARM protocol with PEEP of 10 cmH₂O and peak inspiratory pressure (PIP) of 40 cmH₂O to be insufficient to prevent atelectasis in the dependent lung regions in obese patients. Similarly, Eichler et al. (4), after ARM with PEEP between 10 and 20 cmH₂O and peak of 50 cmH₂O showed no improvement in respiratory system compliance and no improvement in postoperative oxygenation. Otherwise, the results presented by Nestles et al. (7), where MRA with PEEP_{IND} was able to restore EELV, improve oxygenation, prevent atelectasis in dependent lung areas, and

redistribute pulmonary ventilation to similar levels to pre-intubation and maintain them during the entire surgery. In this study, ARM was achieved with a peak of 50 cmH₂O and PEEP of 30 cmH₂O, being adjusted to 26 cmH₂O and gradually reduced by 2 cmH₂O.

From a practical point of view, it would be expected that the ideal PEEP preceded by ARM guided by EIT during the intraoperative period would result in preventing atelectasis formation, leading to an improvement in oxygenation and respiratory mechanics. However, what has been observed is a very low effect to improve clinical outcomes and care to obese patients. Therefore, it seems that ARM with variations in Peak between 40 and 50 cmH₂O and PEEP between 10 and 20 cmH₂O has no potential effect for the prevention of pulmonary complications in obese patients.

Another relevant aspect that has been evidenced is the formation of atelectasis and distribution of pulmonary ventilation through the effects caused by pneumoperitoneum (27,28), which is in accordance with the results in the study by Eichler et al. (4). The authors found a reduction in respiratory system compliance, reduction in oxygenation, and atelectasis during insufflation, and pneumoperitoneum between 16 and 18 cmH₂O with PEEP of 10 cmH₂O. However, the authors also showed an improvement in compliance and oxygenation after an increase in PEEP between 20 and 25 cmH₂O during the pneumoperitoneum period, with higher intra-abdominal pressures (4). In addition, in the study by Stankiewicz-Rudnicki et al. (11), the distribution of pulmonary ventilation did not change with pneumoperitoneum insufflation of 15 mmHg; on the contrary, this suggests a more homogeneous distribution by investigating the EIT.

CONCLUSION

According to the randomized clinical trials in the literature, low evidence was found that obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery under ARM with PEEP guided

by EIT did not achieve improvement in regional intraoperative pulmonary ventilation. In addition, these findings are based on limited randomized trials in quantity and quality, thus requiring more adequate studies with a larger sample size and more rigorous control of bias risk. A consensus is needed on how to analyze the EIT data in obese patients submitted to laparoscopic bariatric surgery and how to present its efficacy or damage.

DISCLOSURES

Name: Gustavo H. Correia, M.D. student.

Contribution: This author helped search the literature, collect the data, study the design, analyze the data, and prepare and review the manuscript.

Name: Helen K. B. Fuzari, Ph.D.

Contribution: This author helped search the literature, collect the data, study the design, analyze the data, and prepare and review the manuscript.

Name: Antônio C. E. Gonçalves, Ph.D. student.

Contribution: This author helped conceive the study, and prepare and review the manuscript.

Name: Juliana A. F. Souza, M.D. student.

Contribution: This author helped conceive the study, and prepare and review the manuscript.

Name: Shirley L. Campos, Ph.D.

Contribution: This author helped conceive the study, and prepare and review the manuscript.

Name: Maria I. R. Aguiar, Ph.D.

Contribution: This author helped conceive the study, and prepare and review the manuscript.

Name: Norma S. P. Módolo, Ph.D.

Contribution: This author helped conceive the study, and prepare and review the manuscript.

Name: Armêla D. Andrade, Ph.D.

Contribution: This author helped conceive the study, and prepare and review the manuscript.

Name: Daniella Cunha Brandão, Ph.D.

Contribution: This author helped conceive the study, study the design, analyze the data, and prepare and review the manuscript.

REFERENCES

1. Owen JG, Yazdi F, Reisin E. Bariatric Surgery and Hypertension. *Am J Hypertens*. 2018;31(1):11–7.
2. Panagiotou OA, Markozannes G, Adam GP, Kowalski R, Gazula A, Di M, et al. Comparative Effectiveness and Safety of Bariatric Procedures in Medicare-Eligible Patients: A Systematic Review. *JAMA Surg* [Internet]. 2018 Sep 5;02912:e183326. Available from: <http://archsurg.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jamasurg.2018.3326>
3. Aldenkortt M, Lysakowski C, Elia N, Brochard L, Tramèr MR. Ventilation strategies in obese patients undergoing surgery: A quantitative systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2012;109(4):493–502.
4. Eichler L, Truskowska K, Dupree A, Busch P, Goetz AE, Zöllner C. Intraoperative Ventilation of Morbidly Obese Patients Guided by Transpulmonary Pressure. *Obes Surg* [Internet]. 2017 Jan 14;28(1):122–9. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s11695-017-2794-3>
5. Andersson LE, Bååth M, Thörne A, Aspelin P, Odeberg-Wernerman S. Effect of carbon dioxide pneumoperitoneum on development of atelectasis during anesthesia, examined by spiral computed tomography. *Anesthesiology*. 2005;102(2):293–9.
6. Reinius H, Jonsson L, Gustafsson S, Sundbom M, Duvernoy O, Pelosi P, et al. Prevention of atelectasis in morbidly obese patients during general anesthesia and paralysis: A computerized tomography study. *Anesthesiology* [Internet]. 2009 Nov;111(5):979–87. Available from: <http://anesthesiology.pubs.asahq.org/Article.aspx?doi=10.1097/ALN.0b013e3181b87e>

db

- 1
2 7. Nestler C, Simon P, Petroff D, Hammermüller S, Kamrath D, Wolf S, et al.
3
4 Individualized positive end-expiratory pressure in obese patients during general
5
6 anaesthesia: a randomized controlled clinical trial using electrical impedance
7
8 tomography. *Br J Anaesth* [Internet]. 2017 Dec 1;119(6):1194–205. Available from:
9
10 <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007091217541483>
11
12
- 13
14 8. Costa EL V, Borges JB, Melo A, Suarez-Sipmann F, Toufen C, Bohm SH, et al.
15
16 Bedside estimation of recruitable alveolar collapse and hyperdistension by electrical
17
18 impedance tomography. *Intensive Care Med* [Internet]. 2009 Jun;35(6):1132–7.
19
20 Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19255741>
21
22
- 23
24 9. Gómez-Laberge C, Arnold JH, Wolf GK. A unified approach for EIT imaging of
25
26 regional overdistension and atelectasis in acute lung injury. *IEEE Trans Med Imaging*
27
28 [Internet]. 2012 Mar;31(3):834–42. Available from:
29
30 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22249646>
31
32
- 33
34 10. Stankiewicz-Rudnicki M, Gaszyński T, Gaszyński W. Assessment of regional
35
36 ventilation in acute respiratory distress syndrome by electrical impedance tomography.
37
38 *Anaesthesiol Intensive Ther* [Internet]. 2015 Mar 7;47(1):77–81. Available from:
39
40 https://journals.viamedica.pl/anaesthesiology_intensivetherapy/article/view/41333
41
42
- 43
44 11. Stankiewicz-Rudnicki M, Gaszynski W, Gaszynski T. Assessment of Ventilation
45
46 Distribution during Laparoscopic Bariatric Surgery: An Electrical Impedance
47
48 Tomography Study. *Biomed Res Int* [Internet]. 2016;2016:1–7. Available from:
49
50 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28058262>
51
52
- 53
54 12. Corley A, Caruana L, Barnett A, Fraser J. Open and closed suctioning result in
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65

significant lung derecruitment: A randomised controlled study using electrical impedance tomography. *Aust Crit Care* [Internet]. 2011 Feb;24(1):62–3. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1036731410001864>

13. Karsten J, Luepschen H, Grossherr M, Bruch HP, Leonhardt S, Gehring H, et al. Effect of PEEP on regional ventilation during laparoscopic surgery monitored by electrical impedance tomography. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2011;55(7):878–86.
14. Karsten J, Heinze H, Meier T. Impact of PEEP during laparoscopic surgery on early postoperative ventilation distribution visualized by electrical impedance tomography. *Minerva Anesthesiol* [Internet]. 2014 Feb;80(2):158–66. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23877309>
15. Daniella Cunha Brandao, Antonio Christian Evangelista Gonçalves AD de A. Impact of alveolar recovery maneuver on pulmonary function and respiratory mechanism in patients submitted to bariatric surgery assessed by electromat impedance tomography: A Randomized Clinical Trial - ICH GCP - Clinical Trials Registry [Internet]. [cited 2018 Nov 2]. Available from: <https://ichgcp.net/clinical-trials-registry/NCT03476863>
16. Simon P, Nestler C, S HL, Thiele M, LM C, Beda A, et al. Effects of individualized peep-adjustment in obese patients undergoing bariatric surgery. *Intensive Care Med*. 2013;39(October):S339.
17. C Nestler, P Simon, S Hammermuller, I Zimmermann, A Jardim-Neto, A Giannella-Neto, A Beda, A Dietrich, UX Kaisers, AW Reske HW. Peep-dependent end-expiratory lung volume changes in morbidly obese patients after initiation of mechanical ventilation [Internet]. 2014. 2015 [cited 2018 Nov 2]. p. S218–9. Available from: <https://www.cochranelibrary.com/advanced-search>

18. Maracajá-Neto LF, Verçosa N, Roncally AC, Giannella A, Bozza FA LM. Beneficial effects of high positive end-expiratory pressure in lung respiratory mechanics during laparoscopic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 2009;53(2):210–7. Available from: <https://onlinelibrary-wiley.ez16.periodicos.capes.gov.br/doi/epdf/10.1111/j.1399-6576.2008.01826.x>
19. Meininger D, Byhahn C, Mierdl S, Westphal K ZB. Positive end-expiratory pressure improves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2005;49(6):778–83.
20. Maisch S, Weismann D, Rutkowski T, Tusman G, Böhm SH. Compliance and Dead Space Fraction Indicate an Optimal Level of Positive End-Expiratory Pressure After Recruitment in Anesthetized Patients. *Anesth Analg*. 2008;106(1):175–81.
21. Tusman G, Böhm SH, Suarez-sipmann F. Alveolar recruitment improves ventilatory efficiency of the lungs during anesthesia. *Can J Anaesth*. 2004;51(7):723–7.
22. Lindberg P, Gunnarsson L, Tokics L, Secher E, Lundquist H, Brismar B, et al. Atelectasis and lung function in the postoperative period. *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 1992 Aug;36(6):546–53. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1514340>
23. Eichenberger A, Proietti S, Wicky S, Frascarolo P, Suter M, Spahn DR ML. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. *Anesth Analg*. 2002;95(2):1788–92.
24. Michelle Duggan, M.B., Brian P. Kavanagh MB. A Pathogenic Perioperative Entity. *Anesthesiology*. 2005;(4):838–54.
25. Lellouche F, Dionne S, Simard S, Bussi eres J DF. High Tidal Volumes in

Mechanically Ventilated Patients Increase Organ Dysfunction after Cardiac Surgery.

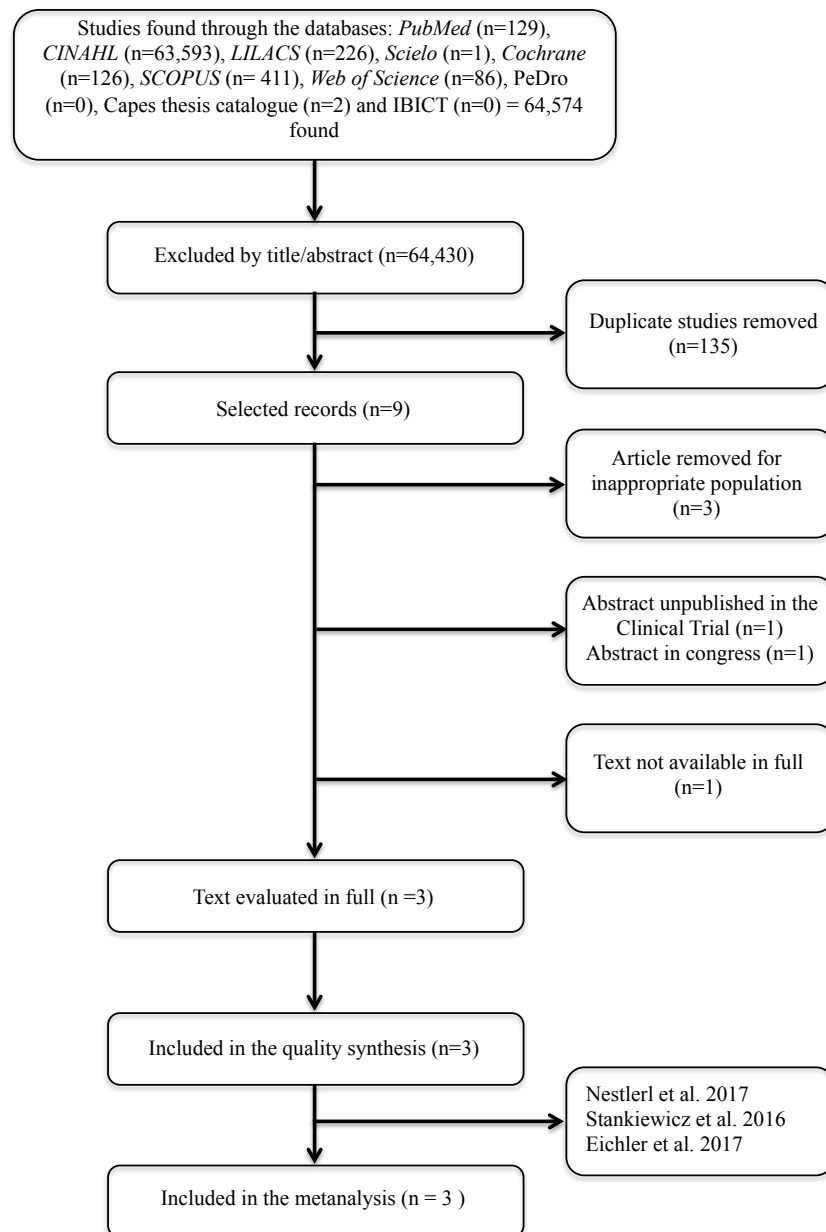
Anesthesiology. 2012;116(5):1072–82.

26. Futier E, Pereira B JS. Intraoperative low-tidal-volume ventilation. N Engl J Med. 369:1862–3.

27. He X, Jiang J, Liu Y, Xu H, Zhou S, Yang S, et al. Electrical Impedance Tomography-guided PEEP Titration in Patients Undergoing Laparoscopic Abdominal Surgery. Med (United States). 2016;95(14):1–6.

28. Bordes J, Mazzeo C, Gourtobe P, Cungi PJ, An- F, Bourgoïn S, et al. Impact of Extraperitoneal Dioxyde Carbon Insufflation on Respiratory Function in Anesthetized Adults : A Preliminary Study Using Electrical Impedance Tomography and Wash-out / Wash-in Technic. Anesth Pain Med. 2015;5(1):1–6.

Figure

[Click here to access/download;Figure;Figure 1 PDF.pdf](#)**Figure 1**

Figure

[Click here to access/download;Figure;Figure 2 PDF.pdf](#)

LEGENDS

- Low risk of bias
- Unclear risk of bias
- High risk of bias

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Control group (execution bias)	Blinding of the participants (execution bias)	Masking of the evaluation of the results (detection bias)	Incomplete data (attrition bias)	Selective information (data reporting bias)
Nestlerl et al., 2017	●	●	●	●	●	●	●
Stankiewicz et al., 2016	●	●	●	●	●	●	●
Eichler et al., 2017	●	●	●	●	●	●	●

Figure 2

Figure

[Click here to access/download;Figure;Figure 3 PDF.pdf](#)

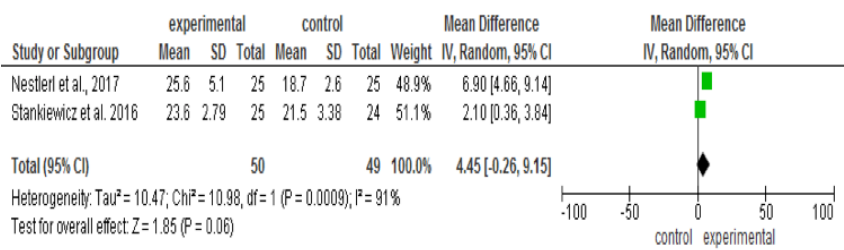


Figure 3

Figure

[Click here to access/download;Figure;Figure 4 PDF.pdf](#)

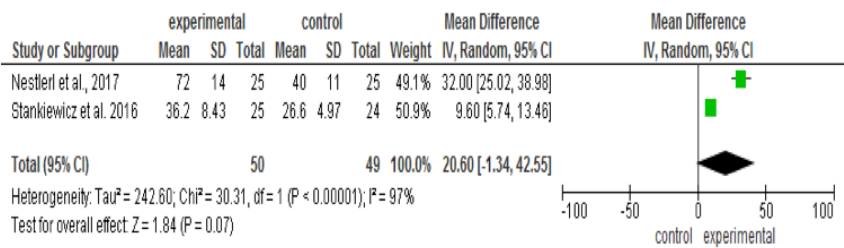


Figure 4

Figure

[Click here to access/download;Figure;Figure 5 PDF.pdf](#)

Quality assessment							No of patients		Effect		Quality	Importance
No of studies	Design	Risk of bias	Inconsistency	Indirectness	Imprecision	Other considerations	Recruitment maneuvers (RM) and mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure (PEEP)	RM and without PEEP, without RM and with PEEP or without RM and without PEEP	Relative (95% CI)	Absolute		
plateau pressure (assessed with: mechanical ventilator)												
2	randomised trials	serious ¹	serious ²	serious ²	serious ³	none	50/0 (0%)	49/0 (0%)	not pooled	not pooled	⊖○○○ VERY LOW	IMPORTANT
								0%				
							Respiratory compliance (assessed with: mechanical ventilator)					
2	randomised trials	serious ¹	serious ²	serious ²	serious ³	none	50/0 (0%)	46/0 (0%)	-	-	⊖○○○ VERY LOW	IMPORTANT
								0%				

Figure 5

Table

[Click here to access/download;Figure;Table 1 PDF.pdf](#)

Study	Participants	Intervention	Outcome measures
Nestlerl et al.	n = 50 Age (years) = 19 to 63 Gender = 16 M, 34 F	Exp = elective laparoscopic surgery under mechanical ventilation, followed by ARM and PEEP titrated by EIT †. Con = without ARM and PEEP fixed at 5 cmH2O.	* Gas exchange * Regional distribution of ventilation * EELV * (PaO2 / FiO2)
Eichler et al.	n = 37 Age (years) = not informed Gender = 13 M, 24 F	Exp = laparoscopic bariatric surgery, under mechanical ventilation, followed by ARM and PEEP guided by esophageal pressure (PL between -1 and 1 cmH2O) †. Con = with ARM and PEEP fixed at 10 cmH2O.	* Regional distribution of ventilation * Arterial blood gas
Stankiewicz-Rudnicki et al.	n = 49 Age (years) = 18 to 65 Gender = 15 M, 34 F	Exp = Laparoscopic gastric banding surgery or laparoscopic vertical gastrectomy, under mechanical ventilation, followed by ARM and PEEP titrated at 10 cmH2O †. Con = without ARM and PEEP fixed at 0 cmH2O.	* Regional distribution of ventilation * Respiratory system mechanics * Atelectasis

Table 1

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr.(a) para participar, como voluntário (a), da pesquisa *“Comparação entre ultra fast-track e o fast-track sobre a ventilação pulmonar regional avaliada pela tomografia de impedância elétrica em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca em uso da ventilação não invasiva: estudo transversal”*, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Daniella Cunha Brandão (Telefone: 98135-9335, e-mail: daniellacunha@hotmail.com), e que tem como assistente da pesquisa: Gustavo Henrique Correia de Lima (Telefones para contato: 99446-4372, e-mail: gustavo.hcorreia@gmail.com), e responsável técnico neste hospital: Wildberg Alencar Lima (Coordenador de Fisioterapia em UTI do RHP, telefone: 99959-3737, e-mail: wildberg@globo.com).

O (a) Sr.(a) não terá nenhuma despesa e nem receberá qualquer pagamento para participar como voluntário(a). O (a) Sr.(a) será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida e estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, a pessoa autorizada por você deverá assinar pelo (a) Sr.(a) este Termo de Consentimento, podendo, também, retirar esse consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa: Seu parente está sendo convidado (a) participar de uma pesquisa que tem como objetivo analisar os efeitos da retirada de um tubo que estará na sua boca após a cirurgia cardíaca. A retirada desse tudo poderá ser feita dentro do bloco cirúrgico ou dentro da unidade de terapia intensiva (UTI) após avaliação feita por um Fisioterapeuta, e em seguida será instalada uma máscara que garantirá uma oxigenação adequada para o seu coração. Após uma hora da retirada do tudo da sua boca será instalada

uma ventilação não invasiva (VNI), sendo está uma terapia que já é utilizada de forma rotineira pelos fisioterapeutas, que consiste numa máscara ligada a uma máquina que gera uma ventilação para expandir os pulmões, sendo utilizada para evitar ou tratar problemas nos pulmões. Nesse estudo a ventilação pulmonar será avaliada de forma mais precisa, através de uma imagem do pulmão do paciente fornecida de forma simples, indolor e sem custos adicionais, por uma máquina chamada tomógrafo de impedância elétrica. Todos os pacientes de ambos os grupo irão iniciar a VNI após 1 hora da extubação.

- 1) Quando o paciente terminar a cirurgia, ele estará intubado, respirando com ajuda do ventilador. O paciente será avaliado pelo fisioterapeuta, que irá observar pressão arterial, batimento cardíaco, respiração, etc. e irá colocar no paciente uma cinta com eletrodos, que estará ligada a uma máquina chamada tomógrafo de impedância, capaz de ver a imagem do pulmão do paciente, como um raio-x, de forma simples e indolor, sem radiação, e em tempo real, dentro de UTI, durante todo o período da coleta.
- 2) Quando o paciente acordar, e estiver com condições de retirar o tubo da boca, será coletada uma pequena amostra de sangue do paciente, que é um procedimento realizada de forma rotineira em todos os pacientes.
- 3) Após 1 hora da extubação (ambos os grupos) irão iniciar a VNI. Após a VNI será retirada a máscara e colocada uma máscara de oxigênio no paciente.
- 4) Serão então realizadas novas avaliações (coleta de sangue) a cada 1 hora, por um período de 2 horas após a retirada do tubo da boca (extubação), enquanto a máquina estará registrando as imagens do pulmão do paciente.
- 5) Após a coleta, o paciente será tratado de acordo com a rotina normal do serviço.

BENEFÍCIOS: Sem nenhum prejuízo, os pacientes dos dois grupos receberão tratamento fisioterapêutico e uma avaliação detalhada do pulmão, que permite identificar alterações ~~no~~ pulmonar de forma mais precoce. As informações obtidas neste estudo serão úteis para definir as melhores condutas a serem realizadas para técnica de extubação Ultra Fast-Track e Fast-Track cardíaco, e para melhorar as evidências da VNI nos pacientes pós-cirurgia cardíaca.

RISCOS: Todos os procedimentos utilizados neste estudo são seguros, se bem indicados. No geral, pode haver pequeno desconforto pela sensação da ventilação da máscara, porém a todo momento estaremos por perto para retirá-la se realmente for preciso. A VNI é bastante utilizado na rotina, porém como todos os procedimentos, existem algumas riscos, como por

exemplo, dor no osso do nariz, ressecamento do nariz e boca, vermelhidão na pele, dor de ouvido, nariz entupido, dependência psicológica, distensão gástrica, pressão baixa, claustrofobia (ansiedade pela fixação da máscara e cinta torácica) porém a VNI só é usada mediante avaliação criteriosa e durante seu uso o paciente é monitorado continuamente para evitar eventuais complicações, o que torna esses riscos mínimos. Em caso de acontecer algum desses eventos, o paciente estará sendo acompanhado pela equipe de plantão 24 horas na unidade de terapia intensiva, incluindo médicos, enfermeiros e fisioterapeutas, garantindo-lhe desta forma, todo suporte necessário para reverter os sintomas. A tomografia de impedância é uma avaliação de imagem que não tem radiação (como a do raio-X, por exemplo), e é indolor, e a avaliação é feita no leito do paciente, de forma que este não precisa ser transportado para outro local, evitando outros riscos.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação dos voluntários. Os dados coletados nesta pesquisa (registro dos dados da tomografia, exames laboratoriais etc), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador (a) Gustavo Henrique Correia de Lima, no endereço (acima informado), pelo período (mínimo) de 5 anos.

Garantimos que, se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas ou ressarcidas (deslocamento e alimentação) pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo “*Comparação entre ultra fast-track e o fast-track sobre a ventilação pulmonar regional avaliada pela tomografia de impedância elétrica em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca em uso da ventilação não invasiva: estudo transversal*” como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

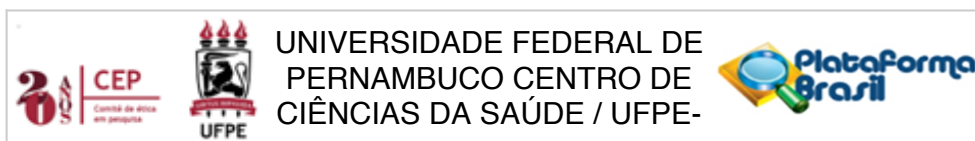
Assinatura do participante

Local e data

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: COMPARAÇÃO ENTRE ULTRA FAST-TRACK E O FAST-TRACK SOBRE A VENTILAÇÃO PULMONAR REGIONAL AVALIADA PELA TOMOGRAFIA DE IMPEDÂNCIA ELÉTRICA EM PACIENTES NO PÓS OPERATÓRIO DE CIRURGIA CARDÍACA EM USO DE VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA: ESTUDO TRANSVERSAL.

Pesquisador: Daniella Cunha Brandão

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 82367418.3.0000.5208

Instituição Proponente: Departamento de Fisioterapia - DEFISIO

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

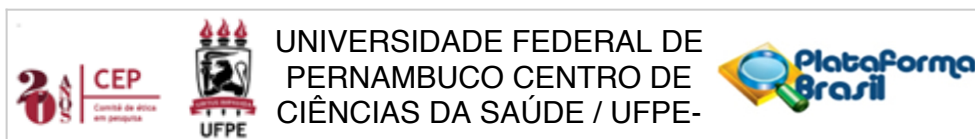
DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.551.635

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de Dissertação de Mestrado do estudante Gustavo Henrique Correia de Lima do programa de pós-graduação em Fisioterapia sob orientação da Profª. Dra. Daniella Cunha Brandão. Reporta-se a um estudo transversal, realizado em uma Unidade de Reabilitação Cardioráscica (URCT) do Real Hospital Português de Pernambuco, no período de Maio de 2018 a Julho de 2019 com indivíduos portadores de doenças cardiovasculares candidatos à cirurgia cardíaca, com faixa etária entre 18 e 65 anos, e de ambos os sexo. Serão incluídos pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, com IMC entre 18,5 e 30 kg/m², que sejam submetidos à extubação Ultra Fast-Track e Fast-Track cardíaco, sem história prévia de doenças pulmonares severas como doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), fibrose pulmonar, ou de insuficiência renal crônica, ou doenças neuromusculares associadas, e aqueles que tiverem um escore de avaliação de risco peri-operatória ASA (American Society of Anesthesiologists) menor que 4. Além disso, para garantir uma homogeneidade entre os grupos, a dose de infusão anestésica será manipulada por um médico anestesista e titulada para valores de índice bispectral (BIS) entre 60 e 90 e um escore de sedação Ramsay entre 3 e 4 (KARAMAN et al., 2015). O tempo de transferência para a UTI será considerado o início do estudo. Os critérios de exclusão para o estágio pré-operatório serão insuficiência hepática, insuficiência cardíaca congestiva, alergia ao

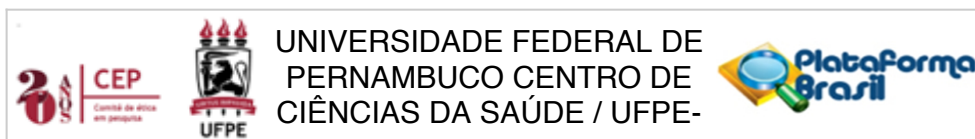
Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.551.635

propofol e dexmedetomidina, demência e doença de Alzheimer, fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) 40%, anticonvulsivante, antidepressivo, uso de drogas psicoativas e pacientes reoperados de emergência. Serão excluídos também os pacientes que apresentarem alto risco cirúrgico de acordo com o EuroSCORE II. Para o estágio pós-operatório serão excluídos os que apresentarem tempo de circulação extracorpórea (CEC) 120 minutos, sangramento (drenagem no tórax > 100 mL/h), insuficiência renal (débito urinário < 0,5 mL/kg/h nas primeiras 6 h), aumento do nível sérico de creatinina (> 50% do nível basal), suporte prolongado de drogas inotrópicas e vasodilatadoras por problemas cardíacos, falha na extubação (hipercapnia, mais do que um fracasso no teste de autonomia, tempo de AVM maior que 6 horas). Os pacientes deverão ser extubados após a cirurgia cardíaca ainda no bloco cirúrgico ou ventilados mecanicamente dentro da UTI por até 6 horas. Os critérios de exclusão para o uso da VNI são instabilidade hemodinâmica (arritmias, choque cardiogênico, hipotensão severa com PAS < 90 mmHg), episódio de distensão abdominal, náusea e vômitos, rebaixamento do nível de consciência, uso de musculatura acessória, FR > 35ipm, hipoxemia (PaO₂ < 50 mmHg com FiO₂ = 50%) ou hipercapnia (PaCO₂ > 55 mmHg com pH < 7,30). A coleta de dados laboratoriais será realizada dentro da URCT. Inicialmente, todos os pacientes elegíveis para o estudo, serão avaliados através dos seus prontuários e submetidos à avaliação radiológica de tórax e hemodinâmica. Feito isso, os indivíduos serão alocados para os seguintes grupos experimentais: grupo extubação Ultra Fast-Track (Grupo-eUFT) e o grupo extubação Fast-Track (Grupo-eFT). A partir de então, serão solicitados exames bioquímicos de sangue. Para ambos os grupos, o tempo zero (T0) será considerado na primeira hora após extubação, quando será iniciada a gravação da TIE por 5 minutos. Logo em seguida, será iniciada a VNI. Serão realizadas novas gravações (T1-primeiros 5 minutos e T2 - últimos 5 minutos de VNI). Na 1 hora após o término da VNI, será realizada a última gravação da TIE correspondente ao tempo T3. As coletas gasométricas serão realizadas no baseline, ao final da VNI e no T3. Inicialmente será realizada uma análise exploratória dos dados, por meio da qual os dados serão testados em relação à sua normalidade (teste de Kolmogorov-smirnov) e homogeneidade (teste de Levene) para determinação da análise estatística a ser empregada (estatística paramétrica ou não paramétrica). Para a comparação, entre os grupos será utilizado Teste Anova One-way com post-test de Tukey se os dados forem paramétricos, caso os dados sejam não paramétricos, será utilizado o Kruskal-Wallis com post-test de Dunn. Para correlação entre os dados contínuos das variáveis independentes, serão elaborados gráficos de dispersão Box-plot. O nível de significância que será adotado será $p < 0,05$. O software utilizado para as análises será o SPSS 15.0 for Windows.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.551.635

Objetivo da Pesquisa:

Os autores descrevem como objetivo primário Comparar os efeitos da eUFT com a eFT na ventilação e aeração pulmonar em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca após o uso da ventilação não invasiva.

E como objetivos secundários:

Avaliar os efeitos na ventilação e na aeração pulmonar em pacientes submetidos a eUFT e eFT cardíaco.

Avaliar os efeitos nas trocas gasosas em pacientes submetidos a eUFT e eFT cardíaco.

Avaliar os efeitos da ventilação não invasiva na ventilação e na aeração pulmonar em pacientes submetidos a eUFT e eFT cardíaco.

Avaliar os efeitos da ventilação não invasiva nas trocas gasosas em pacientes submetidos a eUFT e eFT cardíaco.

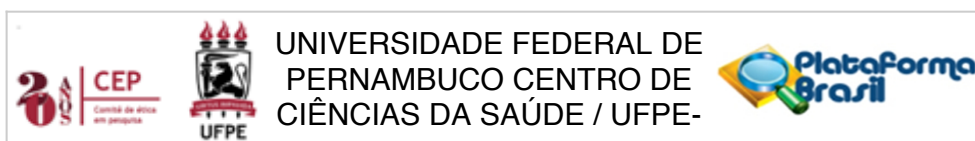
Avaliar o tempo de efeito terapêutico após o uso da ventilação não invasiva em pacientes submetidos a eUFT e eFT cardíaco.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O estudo apresenta como riscos a dor na proeminência óssea nasal, ressecamento das mucosas oral e nasal, eritema e ulcerações, otalgia, congestão nasal, hemoptise, dependência psicológica, distensão gástrica, barotrauma, pneumotórax, infecção nosocomial, hiperventilação / hipocapnia, hipotensão, broncoaspiração, claustrofobia (inerentes ao uso da VNI e da cinta da TIE). A ventilação não invasiva (VNI) apenas é usada mediante uma avaliação criteriosa feita por um fisioterapeuta e durante seu uso o paciente é monitorado continuamente para evitar eventuais complicações, o que torna esses riscos mínimos. Em caso de acontecer algum desses eventos, o paciente estará sendo acompanhado pela equipe de plantão 24 horas na unidade de terapia intensiva, incluindo médicos, enfermeiros e fisioterapeutas, garantindo-lhe desta forma, todo suporte necessário para reverter os sintomas. A tomografia de impedância é uma avaliação de imagem que não tem radiação (como a do raio-X, por exemplo), e é indolor, e a avaliação é feita no leito do paciente, de forma que este não precisa ser transportado para outro local, evitando outros riscos.

Como benefícios e sem nenhum prejuízo, os pacientes dos dois grupos receberão tratamento fisioterapêutico e serão avaliados através da tomografia de impedância elétrica, recurso não disponível na unidade e que pode prover uma avaliação das comorbidades pulmonares precocemente através de método indolor, livre de radiação e à beira do leito. As informações

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.551.635

obtidas neste estudo serão úteis para definir as melhores condutas fisioterapêuticas a serem realizadas nos pacientes de pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio, troca valvar e cirurgias múltiplas (TV+CRM), além de melhorar as evidências das extubações Ultra Fast-Track e Fast-Track cardíaco seguidas da VNI nos pacientes pós-cirúrgicos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo revela-se importante por ampliar o escopo de pesquisas que avaliam os efeitos da VNI através da Tomografia de Impedância Elétrica (TIE), ferramenta útil e segura para avaliação e monitorização do paciente à beira do leito, sendo livre de radiação e capaz de gerar uma imagem em tempo real das alterações regionais da ventilação pulmonar, em pacientes submetidos à eUFT e eFT cardíaco.

Além disso, apresenta sensibilidade na escrita do TCLE e na descrição dos critérios de elegibilidade. Só faltando alguns documentos de análise de dados secundários.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Folha de Rosto – Conforme os preceitos éticos.
2. Carta de Anuência - Conforme os preceitos éticos.
3. TCLE – Conforme os preceitos éticos
4. Currículos dos pesquisadores – Conforme os preceitos éticos
5. Projeto Detalhado – Com todos os itens de elaboração de um projeto de pesquisa conforme as normas da ABNT.
6. O termo de Confidencialidade - Conforme os preceitos éticos
7. Cronograma e Orçamento – Adequados.
8. Declaração de Autorização de Uso de Dados - Conforme os preceitos éticos.

Recomendações:

Sem recomendações

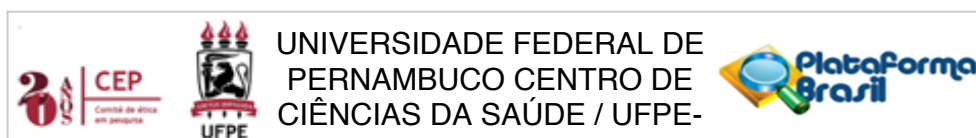
Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O estudo foi avaliado como APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.551.635

Final para enviá-lo via “Notificação”, pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link “Para enviar Relatório Final”, disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

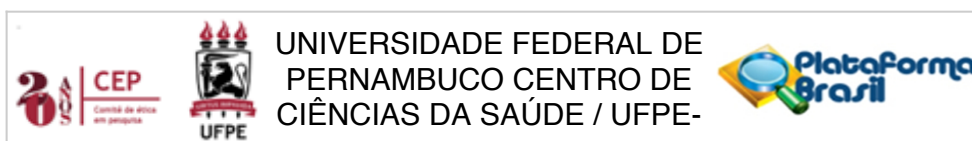
Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1025110.pdf	14/03/2018 00:28:00		Aceito
Outros	AUTORIZACAO_DE_USO_DE_ARQUIVOS_DE_DADOS_DE_PESQUISA.pdf	14/03/2018 00:26:43	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
Outros	CARTA_DE_RESPOSTA_AS_PENDENCIAS.docx	14/03/2018 00:24:36	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_anuencia1.pdf	14/03/2018 00:23:10	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_eUFT_x_eFT.docx	14/03/2018 00:21:51	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
Outros	Termo_Confidencialidade.pdf	23/01/2018 13:10:22	GUSTAVO HENRIQUE	Aceito

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.551.635

Outros	Termo_Confidencialidade.pdf	23/01/2018 13:10:22	DE LIMA	Aceito
Outros	TERMO_DE_AUTORIZACAO_DE_USO_DE_IMAGEM_E_DEPOIMENTO.doc	23/01/2018 13:09:25	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Daniella_Cunha_Brandao.pdf	23/01/2018 13:08:27	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
Outros	Vinculo.png	23/01/2018 13:07:41	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_impossibilitadosassinare.docx	23/01/2018 01:19:24	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Arquivo_TCLE.docx	23/01/2018 01:18:59	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Gustavo_Henrique_Correia_de_Lima.pdf	16/01/2018 00:09:47	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Wildberg_Alencar_Lima.pdf	16/01/2018 00:03:32	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Shirley_Lima_Campos.pdf	16/01/2018 00:02:32	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Armele_de_Fatima_Dornelas_de_Andrade.pdf	16/01/2018 00:01:33	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto.pdf	05/01/2018 13:34:22	GUSTAVO HENRIQUE CORREIA DE LIMA	Aceito

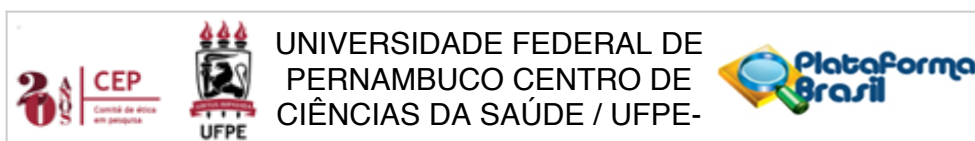
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.551.635

RECIFE, 20 de Março de 2018

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br