

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 28/02/2021.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA

Antonio Christian Evangelista Gonçalves

Impacto da manobra de recrutamento alveolar sobre a função pulmonar e mecânica respiratória em pacientes submetidos a cirurgia bariátrica avaliados pela tomografia de impedância elétrica: ensaio clínico controlado randomizado

Tese apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Anestesiologia.

Orientadora: Profa. Titular Norma Sueli Pinheiro Módolo

Botucatu

2020

Antonio Christian Evangelista Gonçalves

Impacto da manobra de recrutamento alveolar sobre a função pulmonar e mecânica respiratória em pacientes submetidos a cirurgia bariátrica avaliados pela tomografia de impedância elétrica: ensaio clínico controlado randomizado

Tese apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Anestesiologia.

Orientadora: Profa. Titular Norma Sueli Pinheiro Módolo

Botucatu

2020

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Gonçalves, Antonio Christian Evangelista.

Impacto da manobra de recrutamento alveolar sobre a função pulmonar e mecânica respiratória em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica avaliados pela tomografia de impedância elétrica : ensaio clínico controlado randomizado / Antonio Christian Evangelista Gonçalves. - Botucatu, 2020

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de Botucatu

Orientador: Norma Sueli Pinheiro Módolo

Capes: 40102130

1. Cirurgia bariátrica. 2. Obesidade. 3. Tomografia. 4. Ensaio Clínico Controlado. Aleatório.

Palavras-chave: Cirurgia bariátrica; Manobra de recrutamento alveolar; Obesidade; Tomografia de impedância elétrica.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Agradeço primeiramente a Deus, por conduzir meu caminho.

Aos meus pais, Antonio Gonçalves de Oliveira e Maria Neumann Evangelista Gonçalves, pelo exemplo de vida e pelo apoio incondicional na educação de seus filhos. Amo vocês!

À minha esposa Daniella Cunha Brandão, obrigado por ser meu porto seguro, por vibrar a cada conquista, incentivar-me a sempre ir mais longe, ser minha conselheira e amparar-me nos momentos difíceis e nunca me deixar desistir! Obrigado, meu amor!

Aos meus filhos, Daniel e Samuel muito obrigado pelo abraço caloroso dado no momento de minha saída e por cada sorriso que ganho ao chegar! Vocês são a verdadeira prova do amor.

Ao meu irmão Patrik Evangelista Gonçalves, pelo apoio e amizade.

Aos meus familiares, pelo apoio e vibração com as minhas vitórias.

A todos os pacientes que aceitaram participar como voluntários desse estudo.

À Profa. Dra. Armèle Dornelas de Andrade, pelos ensinamentos, pela confiança, todo o incentivo e colaboração na realização deste trabalho. Sem o apoio do LACAP, esta pesquisa seria inviável.

À Profa. Dra. Norma Sueli Pinheiro Módolo, minha orientadora: agradeço pelos ensinamentos, pela dedicação incansável, pela paciência, acolhimento e amizade. A você, toda a minha admiração, respeito e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Caio César Araújo Moraes, por toda ajuda no desenvolvimento deste trabalho e por ser exemplo de profissional para todos que o cercam.

À Dra. Shirley Lima Campos, por todo apoio e incentivo na realização do trabalho.

Ao amigo Sostinys Albuquerque, por toda ajuda durante as coletas e por dividir cada angústia nas dificuldades encontradas.

À amiga Alita Novaes, pela ajuda na análise dos dados e todo apoio na realização deste trabalho.

Ao amigo Wagner Leite, pela ajuda nas coletas dos dados e por todo incentivo.

Ao amigo Lucas Jorge de Castro Alves, pela amizade desde o tempo da faculdade, pelo companheirismo e por ser exemplo de determinação na busca de seus objetivos.

À Dra. Nádia Duarte e à Dra. Ana Caetano pelo incentivo e apoio na realização do trabalho.

A todos os docentes do Departamento de Anestesiologia de Botucatu, pelos ensinamentos, pela dedicação e apoio constantes.

Aos funcionários do Departamento de Anestesiologia de Botucatu, em especial à Joana Jacirene Costa Teixeira, por toda dedicação e eficiência. Muito obrigado!

Ao Professor Emérito José Reinaldo Cerqueira Braz, pela dedicação e atenção à Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. Leandro Gobbo Braz, pela ajuda e por todo incentivo.

À Tatiane Pineiz Biondo, assistente administrativa da Seção de Pós-Graduação em Anestesiologia da UNESP, por toda ajuda e orientações durante esse período. Muito obrigado, Tati!

Aos colegas Anestesiologistas do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC/UFPE), pela colaboração na realização desta pesquisa em especial ao Dr. Rui Leite e à Dra. Rossana de Melo Lins por todo incentivo.

Aos cirurgiões do programa de residência médica em Cirurgia Bariátrica do HC/UFPE, em especial ao Dr. Josemberg Campos, Dr. Flávio Kreimer e à Dra. Luciana Siqueira por todo apoio e incentivo.

Aos médicos residentes de Anestesiologia e de Cirurgia do HC/UFPE que participaram ativamente na realização desta pesquisa.

Aos funcionários do centro cirúrgico do Hospital das Clínicas da UFPE, pela ajuda durante a todo período da coleta de dados.

Aos meus queridos amigos que, de perto ou a distância, forneceram a força que impulsiona para sempre seguir adiante.

Aos Amigos/irmãos da Carochinha, pelo apoio e incentivo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo financiamento com a bolsa de doutorado.

RESUMO

Gonçalves ACE. Impacto da manobra de recrutamento alveolar sobre a função pulmonar e mecânica respiratória em pacientes submetidos a cirurgia bariátrica avaliados pela tomografia de impedância elétrica: ensaio clínico controlado randomizado [tese]. Botucatu: Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista (Unesp); 2020.

Introdução: Os pacientes obesos quando submetidos a cirurgias de abdome sob videolaparoscopia sofrem alterações ventilatórias que comprometem a aeração pulmonar, a dinâmica da mecânica ventilatória e a função pulmonar, aumentando assim os riscos de complicações pulmonares no pós-operatório. Uma forma de minimizar essas alterações ventilatórias é combinar ventilação protetora associada à manobra de recrutamento alveolar (MRA). Assim, a hipótese deste estudo é que a MRA ao final da cirurgia otimizaria a distribuição da ventilação, a aeração pulmonar e promoveria dessa forma melhora da função pulmonar. **Metodologia:** Trinta e um pacientes obesos, sexo feminino, com idade média de $37 \pm 7,46$ anos, submetidos a cirurgia de gastroplastia videolaparoscópica foram estudados durante o procedimento cirúrgico e nas primeiras 24h. Foram randomizados para o grupo PEEP5 (16 pacientes) ventilados com PEEP de 5 cmH₂O sem manobra de recrutamento alveolar (MRA) ou grupo PEEP5-MRA (15 pacientes) com PEEP 5 cmH₂O com MRA. Os pacientes foram acompanhados nos períodos pré-operatório, intraoperatório e pós-operatório, submetidos ao teste de função pulmonar e avaliados pela tomografia de impedância elétrica em todos os momentos. **Resultados:** Pelo modelo linear misto, a aeração pulmonar diminuiu ao longo do tempo, em ambos os grupos ($p < 0,001$), e não houve diferença entre os grupos: aeração da região ventral ($p = 0,98$) e região dorsal ($p = 0,79$). Houve diminuição da ventilação na região dorsal em cada grupo sem diferença entre os grupos ($p = 0,32$). Não foi observado diferença na complacência pulmonar entre os grupos durante o intraoperatório ($p = 0,33$). Não houve diferença na função pulmonar nos dois grupos, no tempo de permanência hospitalar, tempo de anestesia e cirurgia. **Conclusão:** A aplicação da MRA em pacientes obesos ao final da cirurgia de gastroplastia videolaparoscópica não otimiza a ventilação e aeração pulmonar, assim como não há ganho na mecânica e função pulmonar.

Palavras-chave: Cirurgia Bariátrica, Obesidade, Manobra de Recrutamento alveolar, Tomografia de impedância elétrica.

ABSTRACT

Gonçalves ACE. Impact of alveolar recruitment maneuver on pulmonary function and respiratory mechanics in patients undergoing bariatric surgery using electrical impedance tomography: a randomized controlled clinical trial [Ph.D. thesis]. Botucatu: Medical School, São Paulo State University (Unesp); 2020.

Introduction: Obese patients when submitted to abdominal surgeries under laparoscopy undergo ventilatory changes that compromise pulmonary aeration, the dynamics of ventilatory mechanics and pulmonary function, thus increasing the risks of pulmonary complications in the postoperative period. One way to minimize these ventilatory changes is to combine protective ventilation associated with the alveolar recruitment maneuver (ARM). Thus, this study hypothesizes that ARM at the end of the surgery would optimize the distribution of ventilation, pulmonary aeration and thus promote improvement in lung function. **Methodology:** Thirty-one obese female patients, with an average age of 37 ± 7.46 years, who underwent laparoscopic gastroplasty surgery were studied during the surgical procedure and in the first 24 hours. They were randomized to the PEEP5 group (16 patients) ventilated with PEEP of 5 cmH₂O without alveolar recruitment maneuver (ARM) or PEEP5-ARM group (15 patients) with PEEP 5 cmH₂O with ARM. Patients were followed up in the preoperative, intraoperative, and postoperative periods submitted to the pulmonary function test and evaluated by electrical impedance tomography at all times. **Results:** By the mixed linear model, pulmonary aeration decreased over time in both groups ($p < 0.001$) and there was no difference between the groups: aeration of the ventral region ($p = 0.98$) and dorsal region ($p = 0.79$). There was a decrease in ventilation in the dorsal region in each group with no difference between groups ($p = 0.32$). There was no difference in lung compliance between groups during the intraoperative period ($P = 0.33$). There was no difference in lung function in the two groups, length of hospital stay, anesthesia and surgery. **Conclusion:** The application of ARM in obese patients at the end of laparoscopic gastroplasty surgery does not optimize pulmonary ventilation and aeration, as well as there is no gain in pulmonary mechanics and function.

Keywords: Bariatric Surgery, Obesity, Alveolar Recruitment Maneuver, Electrical Impedance Tomography.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASA-PS	Classificação do estado físico do paciente pela Sociedade Americana de Anestesiologia
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
BIS	Índice Bispectral
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
Csr	Complacência do Sistema Respiratório
CPT	Capacidade Pulmonar Total
CRF	Capacidade Residual Funcional
CV	Capacidade Vital
CVF	Capacidade Vital Forçada
DPO	Dia de Pós-Operatório
DP	<i>Driving Pressure</i>
EELZ	<i>Expiratory End Lung Impedence</i>
ERS	<i>European Respiratory Society</i>
EtCO ₂	CO ₂ ao final da Expiração
FEF25-75%	Fluxo Expiratório Forçado em 25-75% da Capacidade Vital Forçada
FiO ₂	Fração inspirada de Oxigênio
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência Respiratória
HC	Hospital das Clínicas
IMC	Índice de Massa Corpórea
IOT	Intubação Orotraqueal
MRA	Manobra de Recrutamento Alveolar
NYHA	<i>New York Heart Association</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAM	Pressão Arterial Média
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PCV	Ventilação mecânica Controlada a Pressão
PEEP	Pressão Positiva ao Final da Expiração
Pe _{Máx}	Pressão Expiratória Máxima
PIA	Pressão Intra-Abdominal
Pi _{Máx}	Pressão Inspiratória Máxima

PTC	Contagem Pós-Tetânica
Pva	Pressão de Via aérea
ROI	<i>Regions of interest</i>
SpO ₂	Saturação Periférica de Oxigênio
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIE	Tomografia de Impedância Elétrica
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VEF ₁ /CVF	Relação do Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo pela Capacidade Vital Forçada
VEF ₁	Volume Expiratório Forçado no primeiro segundo
VRE	Volume de Reserva Expiratório
VRE/CPT	Relação Volume de Reserva Expiratório pela Capacidade Pulmonar Total
VRI	Volume de Reserva Inspiratório

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Protocolo de coleta dos dados: no período pré-operatório e pós-operatório foi realizado espirometria, manovacuometria e avaliação pela tomografia de impedância elétrica (TIE).....	25
Figura 2	Manobra de recrutamento alveolar realizada após a desinsuflação do pneumoperitônio com PEEP incremental de 15 cmH ₂ O.....	26
Figura 3	A tomografia por impedância elétrica – TIE.....	27
Figura 4	A) Posicionamento da cinta com 32 eletrodos no tórax do paciente. (B) Imagem da tomografia por impedância elétrica projetada em uma matriz de 32 x 32 pixels.....	27
Figura 5	Espirometria realizada no momento da coleta dos dados no pré-operatório no Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco.....	28
Figura 6	Espirometro portátil (Micro Medical, Microloop, MK8, Inglaterra)....	29
Figura 7	Manovacuômetro digital MV-300 (Globalmed, São Paulo, Brasil)....	30
Figura 8	Mapa da ventilação: Imagem da tomografia por impedância elétrica (TIE) dividida, pela barra em amarelo, em duas regiões de interesse (ROIs) de mesma altura com base na matriz de pixels.....	33
Figura 9	Mapa de hiperdistensão e colapso pulmonar gerada pela TIE em diferentes níveis de PEEP, durante a manobra decremental da PEEP.....	33
Figura 10	Diagrama do CONSORT (<i>Consolidated Standards of Reporting Trials</i>).....	36
Figura 11	(A) Comportamento da Aeração pulmonar na região ventral durante o intraoperatório. (B) Aeração na região dorsal ao longo do tempo.....	38
Figura 12	Comportamento da Variação de Impedância no intraoperatório.....	39
Figura 13	Comportamento da distribuição da ventilação pulmonar nos dois grupos: ventilação heterogênea com predomínio ventral.....	40
Figura 14	Comportamento da complacência pulmonar ao longo da cirurgia.....	41
Figura 15	(A) Comportamento da complacência, colapso e hiperdistensão pulmonar em um caso representativo visto pela tomografia de impedância elétrica (TIE). (B) Mapa do colapso e hiperdistensão pulmonar em um caso representativo.....	43
Figura 16	(A) Comportamento da Pressão Arterial Média (PAM). (B) Comportamento da Frequência Cardíaca (FC) no intraoperatório.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dados demográficos, antropométricos, clínicos e tempo de internamento hospitalar.....	37
Tabela 2	Função Pulmonar e Força Muscular Respiratória.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Obesidade: conceito, classificação e epidemiologia.....	13
1.2 Obesidade e Sistema Respiratório.....	13
1.3 Cirurgia bariátrica: uma opção de tratamento para obesidade refratária.....	14
1.4 Complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgias abdominais.....	15
1.5 Manobra de recrutamento alveolar no intraoperatório de cirurgias abdominais.....	16
1.6 Utilização da tomografia de impedância elétrica (TIE) em pacientes submetidos a cirurgias videolaparoscópica e bariátrica: importância da distribuição regional da ventilação e aeração pulmonar.....	17
2 HIPOTESE.....	19
3 OBJETIVOS.....	20
3.1 Objetivo primário	20
3.2 Objetivos secundários.....	20
4 METÓDO.....	21
4.1 Desenho do estudo.....	21
4.2 Local do estudo e período da coleta de dados.....	21
4.3 População do estudo.....	21
4.4 Seleção de voluntários.....	21
4.5 Critérios de elegibilidade.....	21
4.6 Aleatorização e Mascaramento.....	22
4.7 Anestesia.....	22
4.8 Grupos e protocolo.....	24
4.9 Instrumentos de avaliação.....	26
4.10 Análise dos dados.....	30
4.11 Desfechos.....	34
4.12 Análise estatística e Tamanho amostral.....	34
4.13 Aspectos éticos.....	35
5 RESULTADOS.....	36
5.1 Desfecho Primário: Ventilação e Aeração.....	37
5.2 Desfecho Secundário: Mecânica Ventilatória, Função Pulmonar e Força Muscular Respiratória.....	40
5.3 Dados exploratórios.....	42
6 DISCUSSÃO.....	45
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
8 CONCLUSÃO.....	52
9 REFERÊNCIAS.....	53
APÊNDICE.....	58

1 INTRODUÇÃO / REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Obesidade: conceito, classificação e epidemiologia

A obesidade é o acúmulo de gordura corporal em decorrência do balanço energético positivo, considerada uma doença crônica não transmissível e de caráter multifatorial, relacionada intrinsecamente às doenças cardiovasculares, diabetes mellitus, neoplasias, dislipidemia e doenças osteomusculares, condições que impactam diretamente na qualidade de vida dessas pessoas (1).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), são considerados obesos indivíduos com Índice de Massa Corpórea (IMC) acima de 30 kg/m^2 e subdivididos em: Grau I, IMC de 30 a $34,9 \text{ kg/m}^2$; Grau II, IMC entre 35 a $39,9 \text{ kg/m}^2$ e Grau III, ou mórbida, para IMC acima de 40 kg/m^2 (1).

Na última década, a incidência de obesidade aumentou em todo mundo e em todas as faixas etárias bem como em todos os níveis socioeconômicos (2). Em 2016, 39% da população adulta estava acima do peso no mundo, cerca de 1,9 bilhão de adultos e, desses, 650 milhões eram obesos. A estimativa, para 2025, é de que 2,3 bilhões de adultos no mundo estejam acima do peso, sendo 700 milhões de indivíduos com obesidade (1). Já nos Estados Unidos, um dos países mais afetados, a prevalência aproxima-se de 40% nos adultos (3).

No Brasil, a obesidade aumentou 67,8%, nos últimos treze anos, partindo de 11,8% em 2006 para 19,8% em 2018. A maior taxa de crescimento foi entre os adultos de 25 a 34 anos (84,2%) (4). Atualmente o Brasil apresenta 55,7% da população acima do peso (4) e aproximadamente 168 mil mortes por ano são atribuíveis ao excesso de peso e obesidade (5).

1.2 Obesidade e Sistema Respiratório

Nos obesos, o excesso de gordura na cavidade abdominal interfere na dinâmica da musculatura diafragmática que associado ao aumento do diâmetro

torácico compromete a função pulmonar e do sistema respiratório desses pacientes (6,7).

As repercussões funcionais respiratórias observadas em obesos são diretamente proporcionais ao grau de obesidade, entre elas: aumento da resistência das pequenas vias aéreas, redução das complacências pulmonar e torácica, redução da pressão arterial de oxigênio, hipoventilação alveolar (8), redução da capacidade residual funcional (CRF), redução do volume de reserva expiratório (VRE) (9) e por uma redução na capacidade pulmonar total e capacidade vital, mas com capacidade inspiratória e volume residual normais (10).

Outros achados como a adiposidade visceral abdominal, a infiltração gordurosa no diafragma e na pleura e a hipertonia dos músculos do abdome estão associadas às alterações ventilatórias, nos indivíduos obesos, devido à diminuição do desempenho muscular e da expansão torácica nesses pacientes (7).

Entretanto, observamos que alguns obesos possuem espirometria normal (11) e, nesse contexto, os mecanismos que levam aos distúrbios da função pulmonar, nessa população, ainda não estão completamente esclarecidos (9,12).

1.3 Cirurgia bariátrica: uma opção de tratamento para obesidade refratária

Atualmente, o procedimento cirúrgico bariátrico é considerado um método efetivo para tratamento de obesidade refratária a outros tipos de tratamento clínicos e permanece como tratamento eficiente para a obesidade grave. Isso ocorre sobretudo com pacientes nos quais o tratamento clínico em geral – que tem como base a restrição de ingestão de alimentos calóricos e mudança nos hábitos de vida – não obteve sucesso (13).

Os resultados de uma revisão sistemática da Cochrane, ainda em 2014, já afirmava que a cirurgia para obesidade resulta em maior perda de peso quando comparada aos procedimentos não cirúrgicos a curto prazo (por exemplo, até dois anos após a cirurgia), proporcionando melhora em alguns

aspectos da qualidade de vida relacionados à saúde. Além disso, a perda de peso está associada a reduções de comorbidades como diabetes, síndrome metabólica e apneia do sono (14).

Os procedimentos cirúrgicos podem ser realizados por laparotomia, conhecida como cirurgia aberta ou convencional, ou por videolaparoscopia. A intervenção cirúrgica bariátrica por via laparoscópica apresenta melhor evolução clínica pós-operatória quando comparada ao procedimento convencional (15,16).

Angrisani et al. (17) demonstram que cerca de 96% dos procedimentos bariátricos foram realizados laparoscopicamente em 2013, com menos complicações e menor tempo de internação em comparação com a abordagem aberta. Adicionalmente, a técnica laparoscópica proporcionou a deambulação e aceitação da dieta líquida mais precoce (18).

1.4 Complicações pulmonares no pós-operatório de cirurgias abdominais

A prevalência das complicações respiratórias nas cirurgias do abdome superior varia entre 17 e 88% (19). A atelectasia é a complicação respiratória mais comum associada às cirurgias abdominais e vários fatores contribuem para sua formação como, por exemplo, uma ventilação mecânica não protetora no intraoperatório, uma elevada FiO_2 , disfunção diafragmática temporária e tipo de cirurgia (20).

Em decorrência dessa redução na atividade diafragmática, há redução dos volumes de reserva inspiratório (VRI) e expiratório (VRE), dos fluxos expiratórios, da capacidade vital (CV) e da capacidade residual funcional (CRF) (21).

As características fisiológicas associadas à obesidade podem exacerbar as alterações ventilatórias no intraoperatório e assim comprometer a aeração e ventilação pulmonares, alterando a dinâmica da mecânica pulmonar (22) e, conseqüentemente, aumentando os riscos de complicações pulmonares no pós-operatório (23,24).

Estudo de Grieco et al. (25) constatou em pacientes obesos submetidos a cirurgias de abdome sob videolaparoscopia a deteriorização da função pulmonar, com o fechamento das pequenas vias aéreas, promovendo assim maior possibilidade de complicações pulmonares no pós-operatório.

Assim, a busca por medidas que atenuam essas complicações pulmonares no pós-operatório devem ser levantadas com a finalidade de diminuir morbimortalidade perioperatória (26).

1.5 Manobra de recrutamento alveolar no intraoperatório de cirurgias abdominais

Com o objetivo de diminuir as alterações ventilatórias e as complicações pulmonares, alguns autores sugerem estratégias ventilatórias como, por exemplo, a manobra de recrutamento alveolar (MRA) (27-30), que é realizada com a finalidade de aumentar a abertura dos alvéolos e assim diminuir a heterogeneidade pulmonar (31), muito embora existam poucas evidências quanto ao uso da MRA em pacientes obesos.

Alguns estudos realizados avaliaram a evolução da PEEP durante a manobra nessa população, assim como o tempo de aplicação da MRA para um melhor desfecho clínico, porém nos pacientes sem lesão pulmonar essa resposta ainda se encontra em discussão (32,33).

Reinius et al. (34) avaliaram a formação de atelectasia em pacientes obesos submetidos à cirurgia e observaram que o grupo ventilado com MRA e PEEP alta apresentou menor atelectasia, evidenciando assim a importância da MRA associada à PEEP na diminuição na formação das atelectasias. Posteriormente, Futier et al. (35) relataram que a MRA otimizou a mecânica pulmonar em pacientes submetidos a cirurgia videolaparoscópica.

Em seguida, Pereira et al. (36) ratificaram a importância da PEEP elevada e individualizada pela tomografia de impedância elétrica na diminuição do colapso pulmonar em pacientes submetidos à cirurgia abdominal videolaparoscópica.

Entretanto, no estudo PROBESE (37), os autores não encontraram redução das complicações pulmonares quando compararam pacientes ventilados com PEEP mais alta associado à MRA aos pacientes ventilados com PEEP menor e sem MRA.

Dessa forma, levando a necessidade de uma maior investigação sobre o comportamento da distribuição da ventilação e aeração pulmonar durante as estratégias ventilatórias nesta população, bem como se uma manobra de recrutamento ao final do procedimento seria o suficiente para restaurar a ventilação e função pulmonares nesta população.

1.6 Utilização da tomografia de impedância elétrica (TIE) em pacientes submetidos a cirurgias videolaparoscópica e bariátrica: importância da distribuição regional da ventilação e aeração pulmonar

Alguns autores têm reportado o uso da tomografia de impedância elétrica (TIE) como aliado na obtenção de estratégias protetoras para ventilação mecânica de pacientes durante a anestesia geral nas cirurgias videolaparoscópicas (38-40)

Não invasividade, não radioatividade e portabilidade são vantagens que esse recurso proporciona no ambiente cirúrgico, possibilitando que a TIE torne-se cada vez mais utilizada nessa população, ao otimizar a ventilação mecânica com a escolha de pressões expiratórias adequadas, a partir da avaliação da distribuição regional da ventilação, aeração pulmonar, hiperdistensão e colapso pulmonar. É importante destacar que todos esses aspectos avaliados ainda no intraoperatório podem repercutir na maior ou menor incidência de complicações respiratórias.

He et al. (38) conduziram, em 2016, ensaio clínico com 50 pacientes submetidos a videolaparoscopia e encontraram uma melhor distribuição da ventilação pulmonar avaliada pela TIE, embora este achado não tenha se traduzido em diferença na incidência de complicações respiratórias.

Posteriormente, em 2017, Eichler et al. (39) avaliaram a aeração pulmonar por meio da razão entre a impedância pulmonar no final da expiração (EELZ – *Expiratory End Lung Impedence*) durante cada tempo da manobra de titulação da PEEP no período intraoperatório em 20 pacientes ao mesmo tempo em que a pressão esofágica era mensurada. Os autores sugeriram a necessidade do aumento de PEEP durante o pneumoperitônio, uma vez que o aumento da pressão esofágica provocada pelo aumento da pressão abdominal pode promover diminuição da aeração pulmonar.

Reforçando o uso da TIE, Pereira et al. (36), em 2018, demonstraram em um ensaio clínico que o uso da TIE foi capaz de indicar a melhor PEEP para cada paciente durante a anestesia geral, proporcionando assim menores áreas de colapso pulmonar no pós-operatório desses pacientes. Entretanto, contrapondo aos desfechos encontrados por He et al. (38) relacionados às complicações respiratórias no período pós-operatório, Pereira et al. obtiveram menor incidência e gravidade de atelectasias.

Entretanto, o uso da TIE em pacientes submetidos a cirurgia bariátrica ainda é escasso. Um estudo com delineamento *quasi-randomizado* utilizou a TIE para titular a PEEP a ser utilizada no intraoperatório e correlacionou mudanças na impedância pulmonar (ΔZ) com o volume corrente (40), porém os autores não avaliaram a distribuição regional da ventilação durante o procedimento cirúrgico.

Dessa forma, existe uma lacuna na literatura a respeito da influência da distribuição regional da ventilação e da manutenção da aeração pulmonar medidas pela TIE durante estratégias ventilatórias e a incidência de complicações respiratórias no pós-operatório nas várias populações submetidas a videolaparoscopia, incluindo a cirurgia bariátrica.

8 CONCLUSÃO

A aplicação da MRA isolada em pacientes obesos durante a cirurgia de gastroplastia videolaparoscópica não otimiza a ventilação e aeração pulmonar, assim como não há ganho na complacência e na função pulmonar.

9 REFERÊNCIAS

1. WHO | Obesity and overweight. World Health Organization. Available at: <https://www.who.int/topics/obesity/en/>. Accessed July 07, 2020.
2. Afshin A, Forouzanfar MH, Reitsma MB, Sur P, Estep K, Lee A, et al. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *N Engl J Med*. 2017;377(1):13-27.
3. Hales CM, Carroll MD, Fryar CD, Ogden CL: Prevalence of Obesity Among Adults and Youth: United States, 2015-2016. Key findings data from the National Health and Nutrition Examination Survey. Available at: <https://www.cdc.gov/nchs/data/data-briefs/db28>. Accessed July 08, 2020.
4. Ministério da Saúde. *Vigitel Brasil 2018*. 2019;131. Available at: <https://actbr.org.br/uploads/arquivos/Vigitel-Brasil-2018-completo.pdf>. Accessed July 07, 2020.
5. Rabacow FM, Azeredo CM, Rezende LFM. Deaths attributable to high body mass in Brazil. *Prev Chronic Dis*. 2019;16(10):1-4.
6. Grassi L, Kacmarek R, Berra L. Ventilatory mechanics in the patient with obesity. *Anesthesiology*. 2020;5:1246-56.
7. Dixon AE, Peters U. The effect of obesity on lung function. *Expert Rev Respir Med [Internet]*. 2018;12(9):755–67.
8. Rabec C, de Lucas Ramos P, Veale D. Respiratory Complications of Obesity. *Arch Bronconeumol [Internet]*. 2011;47(5):252–61.
9. Jones RL, Nzekwu MMU. The effects of body mass index on lung volumes. *Chest [Internet]*. 2006;130(3):827–33.
10. Steier J, Lunt A, Hart N, Polkey MI, Moxham J. Observational study of the effect of obesity on lung volumes. *Thorax*. 2014;69(8):752–9.
11. Collins LC, Hoberty PD, Walker JF, Fletcher EC, Peiris AN. The effect of body fat distribution on pulmonary function tests. *Chest*. 1995;107(5):1298–302.
12. Kessler R, Chaouat A, Schinkewitch P, Faller M, Casel S, Krieger J, et al. The obesity-hypoventilation syndrome revisited: A prospective study of 34 consecutive cases. *Chest*. 2001;120(2):369–76.
13. Welbourn R, Hollyman M, Kinsman R, Dixon J, Liem R, Ottosson J, et al. Bariatric Surgery Worldwide: Baseline Demographic Description and One-Year Outcomes from the Fourth IFSO Global Registry Report 2018. *Obes Surg*. 2019;29(3):782–95.
14. Colquitt JL, Pickett K, Loveman E, Frampton GK. *Lang et al, 1990.pdf*. *Cochrane Collab*. 2014;(8):244.

15. Ezri T, Muzikant G, Medalion B, Szmuk P, Charuzi I, Susmallian S. Anesthesia for restrictive bariatric surgery (gastric bypass not included): Laparoscopic vs open procedures. *Int J Obes.* 2004;28(9):1157–62.
16. Joyce JA. Bariatric surgery. *Curr Rev Nurse Anesth.* 2009;32(12):143–51.
17. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, Formisano G, Buchwald H, Scopinaro N. Bariatric Surgery Worldwide 2013. *Obes Surg.* 2015;25(10):1822–32.
18. Chung AY, Thompson R, Overby DW, Duke MC, Farrell TM. Sleeve Gastrectomy: Surgical Tips. *J Laparoendosc Adv Surg Tech.* 2018;28(8):930–7.
19. Arozullah AM, Conde M V., Lawrence VA. Preoperative evaluation for postoperative pulmonary complications. *Med Clin North Am.* 2003;87(1):153–73.
20. Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary atelectasis: A pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology.* 2005;102(4):838–54.
21. Ebeo CT, Benotti PN, Byrd RP, Elmaghraby Z, Lui J. The effect of bi-level positive airway pressure on postoperative pulmonary function following gastric surgery for obesity. *Respir Med.* 2002;96(9):672–6.
22. Ball L, Hemmes SNT, Serpa Neto A, Bluth T, Canet J, Hiesmayr M, et al. Intraoperative ventilation settings and their associations with postoperative pulmonary complications in obese patients. *Br J Anaesth.* 2018;121(4):899–908.
23. Schultz MJ, Hemmes SNT, Neto AS, Binnekade JM, Canet J, Hedenstierna G, et al. Epidemiology, practice of ventilation and outcome for patients at increased risk of postoperative pulmonary complications: LAS VEGAS - An observational study in 29 countries. *Eur J Anaesthesiol.* 2017;34(8):492–507.
24. Neto AS, Hemmes SNT, Barbas CSV, Beiderlinden M, Fernandez-Bustamante A, Futier E, et al. Incidence of mortality and morbidity related to postoperative lung injury in patients who have undergone abdominal or thoracic surgery: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Respir Med [Internet].* 2014;2(12):1007–15.
25. Grieco DL, Anzellotti GM, Russo A, Bongiovanni F, Costantini B, D'Indinosante M, et al. Airway Closure during Surgical Pneumoperitoneum in Obese Patients. *Anesthesiology.* 2019;131(1):58–73.
26. Fernandez-Bustamante A, Frendl G, Sprung J, Kor DJ, Subramaniam B, Ruiz RM, et al. Postoperative pulmonary complications, early mortality, and hospital stay following noncardiothoracic surgery: A multicenter study by the perioperative research network investigators. *JAMA Surg.* 2017;152(2):157–66.
27. Schultz MJ. High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): A multicentre randomised controlled trial. *Lancet [Internet].* 2014;384(9942):495–503.
28. Ladha K, Melo MFV, McLean DJ, Wanderer JP, Grabitz SD, Kurth T, et al. Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: Hospital based registry study. *BMJ.* 2015;351.

29. Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, Pascal J, Eurin M, Neuschwander A, et al. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. *N Engl J Med*. 2013;369(5):428–37.
30. Ferrando C, Soro M, Unzueta C, Suarez-Sipmann F, Canet J, Librero J, et al. Individualised perioperative open-lung approach versus standard protective ventilation in abdominal surgery (iPROVE): a randomised controlled trial. *Lancet Respir Med*. 2018;6(3):193–203.
31. Suzumura EA, Amato MBP, Cavalcanti AB. Understanding recruitment maneuvers. *Intensive Care Med*. 2016;42(5):908–11.
32. Silva PL, Moraes L, Santos RS, Samary C, Ornellas DS, Maron-Gutierrez T, et al. Impact of pressure profile and duration of recruitment maneuvers on morphofunctional and biochemical variables in experimental lung injury. *Crit Care Med*. 2011;39(5):1074–81.
33. Santos RS, Moraes L, Samary CS, Santos CL, Ramos MBA, Vasconcellos AP, et al. Fast versus slow recruitment maneuver at different degrees of acute lung inflammation induced by experimental sepsis. *Anesth Analg*. 2016;122(4):1089–100.
34. 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*. 2009;111(5):979–87.
35. Futier E, Constantin JM, Pelosi P, Chanques G, Kwiatkoski F, Jaber S, et al. Intraoperative recruitment maneuver reverses detrimental pneumoperitoneum-induced respiratory effects in healthy weight and obese patients undergoing laparoscopy. *Anesthesiology*. 2010;113(6):1310–9.
36. Pereira SM, Tucci MR, Morais CCA, Simões CM, Tonelotto BFF, Pompeo MS, et al. Individual positive end-expiratory pressure settings optimize intraoperative mechanical ventilation and reduce postoperative atelectasis. *Anesthesiology*. 2018;129(6):1070–81.
37. Bluth T, Serpa Neto A, Schultz MJ, Pelosi P, Gama De Abreu M. Effect of Intraoperative High Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) with Recruitment Maneuvers vs Low PEEP on Postoperative Pulmonary Complications in Obese Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA - J Am Med Assoc*. 2019;321(23):2292–305.
38. 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.
39. Eichler L, Truskowska K, Dupree A, Busch P, Goetz AE, Zöllner C. Intraoperative Ventilation of Morbidly Obese Patients Guided by Transpulmonary Pressure. *Obes Surg*. 2018;28(1):122–9.
40. Erlandsson K, Odenstedt H, Lundin S, Stenqvist O. Positive end-expiratory pressure optimization using electric impedance tomography in morbidly obese

- patients during laparoscopic gastric bypass surgery. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2006;50(7):833–9.
41. Costa ELV, Lima PG, Amato MBR. Electrical impedance tomography. *Curr Opin Crit Care*. 2009;15(1):18–24.
 42. Graham BL, Steenbruggen I, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, Hallstrand TS, et al. Standardization of spirometry 2019 update an official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;200(8):E70–88.
 43. Pereira CA de C, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol [Internet]*. 1992;33(4):397–406.
 44. Gibson GJ, Whitelaw W, Siafakas N, Supinski GS, Fitting JW, Bellemare F, et al. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(4):518–624.
 45. Laveneziana P, Albuquerque A, Aliverti A, Babb T, Barreiro E, Dres M, et al. ERS statement on respiratory muscle testing at rest and during exercise. *Eur Respir J*. 2019;53(6).
 46. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian J Med Biol Res*. 1999;32(6):719–27.
 47. Costa ELV, Borges JB, Melo A, Suarez-Sipmann F, Toufen C, Bohm SH, et al. Bedside estimation of recruitable alveolar collapse and hyperdistension by electrical impedance tomography. *Intensive Care Med*. 2009;35(6):1132–7.
 48. 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.
 49. Ferrando C, Suarez-Sipmann F, Tusman G, León I, Romero E, Gracia E, et al. Open lung approach versus standard protective strategies: Effects on driving pressure and ventilatory efficiency during anesthesia - A pilot, randomized controlled trial. *PLoS One*. 2017;12(5):1–12.
 50. Fumagalli J, Berra L, Zhang C, Pirrone M, Santiago RRDS, Gomes S, et al. Transpulmonary pressure describes lung morphology during decremental positive end-expiratory pressure trials in obesity. *Crit Care Med*. 2017;45(8):1374–81.
 51. Defresne AA, Hans GA, Goffin PJ, Bindelle SP, Amabili PJ, DeRoover AM, et al. Recruitment of lung volume during surgery neither affects the postoperative spirometry nor the risk of hypoxaemia after laparoscopic gastric bypass in morbidly obese patients: A randomized controlled study. *Br J Anaesth*. 2014;113(3):501–7.
 52. Severgnini P, Selmo G, Lanza C, Chiesa A, Frigerio A, Bacuzzi A, et al. Protective Mechanical Ventilation during General Anesthesia for Open

- Abdominal Surgery Improves Postoperative Pulmonary Function. *Anesthesiology* [Internet]. 2013 Jun 4;118(6):1307–21.
53. Dall'Ago P, Chiappa GRS, Guths H, Stein R, Ribeiro JP. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: A randomized trial. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47(4):757–63.
 54. Lim SC, Adams AB, Simonson DA, Dries DJ, Broccard AF, Hotchkiss JR, et al. Transient hemodynamic effects of recruitment maneuvers in three experimental models of acute lung injury. *Crit Care Med*. 2004;32(12):2378–84.
 55. Bohm SH, Thamm OC, Von Sandersleben A, Bangert K, Langwieler TE, Tusman G, et al. Alveolar recruitment strategy and high positive end-expiratory pressure levels do not affect hemodynamics in morbidly obese intravascular volume-loaded patients. *Anesth Analg*. 2009;109(1):160–3.
 56. Loring SH, Behazin N, Novero A, Novack V, Jones SB, O'Donnell CR, et al. Respiratory mechanical effects of surgical pneumoperitoneum in humans. *J Appl Physiol*. 2014;117(9):1074–9.
 57. Pirrone M, Fisher D, Chipman D, Imber DAE, Corona J, Mietto C, et al. Recruitment Maneuvers and Positive End-Expiratory Pressure Titration in Morbidly Obese ICU Patients. *Crit Care Med*. 2016;44(2):300–7.