

Universidade Federal de Juiz de Fora
Programa de Pós-Graduação em Saúde

Rodrigo Souza Vieira

**Caracterização do uso da insuflação-exsuflação mecânica em
Unidades de Terapia Intensiva brasileiras e o impacto
de seu uso em pacientes em ventilação mecânica**

Juiz de Fora
2025

Rodrigo Souza Vieira

**Caracterização do uso da insuflação-exsuflação mecânica em
Unidades de Terapia Intensiva brasileiras e o impacto
de seu uso em pacientes em ventilação mecânica**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito para obtenção do título de Doutor em Saúde. Área de concentração: Pesquisa em Saúde Humana.

Orientador: Prof. Dr. Bruno do Valle Pinheiro

Coorientador: Prof. Dr. Maycon de Moura Reboredo

Juiz de Fora

2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo autor

Souza Vieira, Rodrigo.

Caracterização do uso da insuflação-exsuflação mecânica em Unidades de Terapia Intensiva brasileiras e o impacto de seu uso em pacientes em ventilação mecânica / Rodrigo Souza Vieira. -- 2025. 95 f.

Orientador: Bruno do Valle Pinheiro

Coorientador: Maycon de Moura Reboredo

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Saúde, 2025.

1. Ventilação mecânica. 2. Insuflação-exsuflação mecânica. 3. Tosse. 4. Desmame. I. do Valle Pinheiro, Bruno , orient. II. de Moura Reboredo, Maycon, coorient. III. Título.

Rodrigo Souza Vieira

Caracterização do uso da insuflação-exsuflação mecânica em Unidades de Terapia Intensiva brasileiras e o impacto de seu uso em pacientes em ventilação mecânica

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Saúde. Área de concentração: Pesquisa em Saúde Humana.

Aprovada em 17 de dezembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno do Valle Pinheiro - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Erich Vidal Carvalho
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Lídia Maria Carneiro da Fonseca
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Fábio Ferreira Amorim
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Jorge Luis dos Santos Valiatti
Faculdade de Medicina de Catanduva

Juiz de Fora, 01/12/2025.



Documento assinado eletronicamente por Bruno do Valle Pinheiro, Professor(a), em 17/12/2025, às 13:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Fábio Ferreira Amorim, Usuário Externo, em 17/12/2025, às 13:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Erich Vidal Carvalho, Professor(a), em 18/12/2025, às 10:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Lidia Maria Carneiro da Fonseca, Professor(a), em 18/12/2025, às 10:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone **Conferência de Documentos**, informando o código verificador 2772051 e o código CRC 3E5C9063.



Documento assinado digitalmente
JORGELUIS DOS SANTOS VALIATTI
Data: 06/01/2026 14:13:30-0900
Verifique em <https://validar.jb.gov.br>

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Jaures e Dária, pelos valores transmitidos ao longo de toda a minha vida. Pai, dedico especialmente a você, meu grande amigo e herói. Tia Regina, agradeço pelo carinho, pelo interesse genuíno e pela constante curiosidade sobre cada conquista. Saber que acompanha e valoriza meus esforços é uma forma sincera de apoio.

À minha esposa, Thaís, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos de minha vida. Um exemplo para mim e para nossos filhos. Sem você, nada disso seria possível.

Aos meus filhos, Laura e Álvaro, vocês são a verdadeira razão de minha vida e a motivação para continuar me aprimorando.

Ao meu orientador, Professor Bruno do Valle Pinheiro, pela confiança depositada em meu trabalho e pela dedicação ao longo de todo o processo. Serei sempre profundamente grato pelas valiosas contribuições ao longo de minha formação. Considero um privilégio, poder durante todos esses anos, trabalhar ao seu lado.

Ao meu coorientador, Professor Maycon de Moura Reboredo, pela disponibilidade e pelas importantes considerações feitas.

À minha amiga Kitty que durante todos esses anos caminhou ao meu lado. Crescemos juntos em uma relação de amizade única e verdadeira, sempre um apoiando o outro em busca de um objetivo comum. Valorizo profundamente sua amizade.

Aos meus amigos da UTI pelo apoio em todos os momentos, especialmente à minha amiga Raquel, que participou diretamente e sempre se mostrou disposta em todas as minhas demandas.

Aos colegas do Núcleo de Pesquisa em Pneumologia e Terapia Intensiva, especialmente à Ana Paula, Aline, Júnior e Sérgio Paulo que tive a oportunidade de conhecer melhor durante esses anos.

RESUMO

Introdução: Estudos preliminares têm mostrado benefícios da adição da insuflação-exsuflação mecânica (I-EM) aos cuidados fisioterápicos em pacientes críticos em ventilação mecânica (VM). Entretanto, ainda não há dados sobre como a aplicação dessa estratégia tem ocorrido nas UTIs brasileiras. Da mesma forma, as evidências sobre benefícios da I-EM sobre desfechos clínicos relevantes, incluindo, por exemplo, o desmame da VM, ainda são escassas.

Objetivos: Os objetivos dos estudos conduzidos nessa tese foram: 1. Avaliar a disponibilidade de I-EM nas UTIs brasileiras, o conhecimento e as práticas na sua utilização, bem como as barreiras que limitam o uso rotineiro dessa estratégia; 2. Avaliar, em pacientes com hipersecreção respiratória, os benefícios no curto prazo da aplicação da I-EM em comparação com o tratamento fisioterápico habitual; 3. Revisar sistematicamente a literatura e analisar os resultados dos estudos sobre o impacto da adição da I-EM no desmame da VM.

Métodos: Os objetivos foram analisados em três estudos distintos. No primeiro, cujo desenho foi de corte transversal, uma enquete eletrônica foi encaminhada aos médicos, fisioterapeutas e enfermeiros cadastrados na Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB). As perguntas avaliavam a disponibilidade do equipamento, o conhecimento sobre o uso, as práticas adotadas e as barreiras que limitam o uso. O segundo estudo foi um ensaio clínico cruzado, randomizado, conduzido na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (UTI-HU-UFJF), Brasil. Incluíram-se pacientes em VM e com hipersecreção respiratória (necessidade de três ou mais aspirações traqueais em 8 horas). Os pacientes eram randomizados para um dos seguintes grupos: I-EM ou fisioterapia habitual. No grupo I-EM os pacientes recebiam, no dia 1, I-EM duas vezes, com sequências de cinco ciclos compostos de insuflação com 40 cmH₂O de pressão e exsuflação com -40 cmH₂O de pressão, separados por uma pausa de 0,5 segundo. O grupo fisioterapia habitual recebia os cuidados rotineiros da UTI. No dia 2 os grupos eram invertidos após um período de 18 horas de “*washout*”. O desfecho primário do estudo foi o número de aspirações traqueais em 12 horas, contadas a partir do primeiro atendimento. Os desfechos secundários foram as evoluções de parâmetros gasométricos e de mecânica respiratória após os atendimentos.

O terceiro estudo foi uma revisão sistemática com metanálise de ensaios clínicos randomizados e estudos quase-experimentais que tenham avaliado o uso da I-EM durante o desmame da VM e/ou após a extubação. Foram considerados estudos realizados em adultos em VM, internados em UTI e que tenham avaliado pelo menos um dos seguintes desfechos: sucesso no desmame, duração da internação na UTI ou mortalidade. A busca foi conduzida nas bases de dados Medline, Cochrane Library, Scopus, Web of Science, Embase e Lilacs/BVS. Não foram impostas restrições de idioma ou outras limitações e foram avaliados artigos publicados até 31 de julho de 2025. Os títulos e resumos dos estudos identificados foram triados por dois pesquisadores independentes para identificar estudos potencialmente elegíveis. Os textos completos dos estudos selecionados foram obtidos e avaliados quanto à elegibilidade por dois pesquisadores independentes. O protocolo do estudo foi registrado na plataforma PROSPERO (*Prospective Register of Systematic Reviews* – CRD42021274417). O risco de viés dos estudos selecionados foi avaliado pela ferramenta da Cochrane para estudos randomizados (Risk-of-Bias Tool for Randomized Trials – RoB 2). A qualidade da evidência para cada desfecho foi avaliada utilizando a metodologia GRADE.

Resultados: O estudo 1 obteve respostas de 232 profissionais (125 médicos, 92 fisioterapeutas e 15 enfermeiros), provenientes de 148 hospitais (54,7% da região sudeste do país e com baixa representatividade das demais regiões). A disponibilidade de I-EM nas UTIs brasileiras mostrou-se baixa (20,9%). Entre os respondedores, 36 relataram empregar a I-EM, sendo que 80,6% a empregam em pacientes intubados e 64,5% em pacientes extubados. Entre os pacientes intubados, as principais indicações relatadas para o uso foram presença de secreções excessivas (100%) e durante o desmame (86,2%). Entre os pacientes extubados, as indicações foram excesso de secreção (100%) e para prevenir falha na extubação (30,4%). As barreiras mais frequentes à implementação da I-EM relatadas foram a falta de conhecimento (52,1%), escassez de recursos (36,4%) e falta de evidências científicas (11,5%).

No estudo 2, foram incluídos 21 pacientes, com idade média de 67,4 anos (± 13 anos), 15 (71,4%) do sexo masculino, com SAPS-3 médio de 67,6 ($\pm 11,4$) e SOFA médio de 6,1 ($\pm 2,7$). No momento da randomização os pacientes encontravam-se estáveis, com relação entre a pressão parcial de oxigênio no sangue arterial e a fração inspirada de oxigênio ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$) média de 256 mmHg ($\pm 84,7$ mmHg), *driving pressure* de 9,5

cmH₂O (intervalo interquartil [IIQ] de 7,75-12,40 cmH₂O) e a pressão expiratória final positiva (PEEP) de 5 cmH₂O (IIQ de 5-6 cmH₂O). No período em que os pacientes receberam I-EM, o número de aspiração traqueal em 12 h foi de 2 aspirações (IIQ de 2-3) vs. 3 aspirações (IIQ de 3-4) no tratamento habitual ($p = 0,06$). Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos em relação a evolução gasométrica (PaO₂, pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial [PaCO₂] e PaO₂/FiO₂) 8 h após a intervenção. O teste ANOVA de dois fatores (grupo e tempo) para essas três variáveis apresentou, respectivamente, os seguintes valores de p em relação a interação grupo vs. tempo: 0,58; 0,78; 0,16. No dia de administração da I-EM, houve redução da resistência do sistema respiratório (R_{SR}) e aumento da complacência do sistema respiratório (C_{SR}) após a segunda intervenção. Essas variáveis foram analisadas por modelo linear de efeitos mistos, que comparou as diferenças entre os grupos, diferenças ao longo do tempo (5 medidas ao longo do tempo) e a interação grupo vs. tempo. O valor de p para a interação grupo vs. tempo foi de 0,006 em relação à R_{SR} e de 0,018 em relação à C_{SR} .

No estudo 3, a revisão sistemática identificou quatro estudos, todos ensaios clínicos randomizados, que totalizaram 292 pacientes (148 receberam I-EM e 144 foram alocados nos grupos controle). Dois estudos apresentavam, na avaliação global, alto risco de viés e os outros dois apresentavam considerações acerca da presença de viés. Não houve diferença estatisticamente significativa em relação às taxas de falha de extubação entre os pacientes que receberam I-EM ou tratamento habitual, com odds ratio de 0,70 (IC-95% entre 0,39 e 1,25; $p = 0,23$, $I^2 = 62\%$). Também não houve diferenças entre os grupos em relação à mortalidade (odds ratio de 1,38 [IC-95% entre 0,64 e 2,98; $p = 0,41$, $I^2 = 0\%$]) ou a duração da internação na UTI (diferença média em dias de -3,26 [IC-95% de -8,63 a 2,12 dias, $p = 0,23$, $I^2=92\%$]).

Conclusões: Nas UTIs brasileiras, a disponibilidade de dispositivos para aplicação da I-EM é baixa. As principais barreiras para implementação desse tratamento são a escassez de recursos, a falta de conhecimento e a falta de evidência científica.

A aplicação de I-EM em pacientes em VM e com hipersecreção respiratória não reduziu de forma estatisticamente significativa a necessidade de aspiração traqueal. Entretanto, ela resultou em melhora da mecânica respiratória, com aumento da C_{SR} e redução da R_{SR} .

A revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados mostrou que a adição de I-EM em protocolos de desmame não se associou a redução das taxas de

falha de desmame, redução da internação na UTI ou da mortalidade. Entretanto os estudos têm número limitado de participantes e riscos elevados de viés, levando à necessidade de novos ensaios clínicos randomizados para determinar o papel da I-EM no desmame.

Palavras-chave: ventilação mecânica, insuflação-exsuflação mecânica, tosse, secreção, desmame.

ABSTRACT

Introduction: Preliminary studies have suggested potential benefits of adding mechanical insufflation-exsufflation (MI-E) to routine physiotherapy in critically ill patients receiving invasive mechanical ventilation (MV). However, data on how this technique is applied in Brazilian intensive care units (ICUs) remain limited. Likewise, evidence on the impact of MI-E on clinically relevant outcomes—such as ventilator weaning—remains limited.

Objectives: This thesis comprised three studies with the following aims: (1) to assess the availability of MI-E devices in Brazilian ICUs, evaluate clinicians' knowledge, current practices, and barriers to its routine implementation; (2) to evaluate the short-term effects of MI-E compared with standard physiotherapy in mechanically ventilated patients with respiratory hypersecretion; and (3) to systematically review and analyze the findings of studies investigating the impact of adjunctive MI-E on weaning from mechanical ventilation.

Methods: The objectives were addressed through three distinct studies.

The first, a cross-sectional investigation, involved an electronic survey distributed to physicians, physiotherapists, and nurses registered with the Brazilian Intensive Care Medicine Association (*Associação de Medicina Intensiva do Brasil*—AMIB). The questionnaire assessed the availability of MI-E devices, participants' knowledge regarding their use, current clinical practices, and perceived barriers to implementation.

The second study was a randomized, crossover clinical trial conducted in the Intensive Care Unit of the University Hospital at the Federal University of Juiz de Fora (ICU-HU-UFJF), Brazil. The study included mechanically ventilated patients with respiratory hypersecretion, defined as requiring three or more tracheal suctioning procedures within an 8-hour period. Participants were randomized to one of two groups: the MI-E group or the usual physiotherapy group. In the MI-E group, patients received two sessions on day 1, each consisting of five cycles of insufflation at +40 cmH₂O followed by exsufflation at −40 cmH₂O, with a 0.5-second pause between phases. The usual physiotherapy group received the routine physiotherapeutic care provided in the ICU. On day 2, after an 18-hour washout period, the groups were crossed over. The primary

outcome was the number of tracheal suctioning procedures required within 12 hours following the initial intervention. Secondary outcomes included changes in arterial blood gas parameters and respiratory mechanics after each treatment session.

The third study was a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials and quasi-experimental studies that evaluated the use of MI-E during weaning from MV and/or after extubation. Eligible studies included adult patients receiving mechanical ventilation in ICUs and assessed at least one of the following outcomes: weaning success, ICU length of stay, or mortality.

A comprehensive search was conducted in Medline, Cochrane Library, Scopus, Web of Science, Embase, and LILACS/BVS databases, without language or publication restrictions, including studies published up to July 31, 2025. Titles and abstracts were independently screened by two reviewers to identify potentially eligible studies. The full texts of selected articles were then retrieved and independently assessed for eligibility by two reviewers. The study protocol was registered on the PROSPERO platform (Prospective Register of Systematic Reviews – CRD42021274417). The risk of bias of randomized trials was evaluated using the Cochrane Risk-of-Bias Tool for Randomized Trials (RoB 2), and the certainty of evidence for each outcome was appraised according to the GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) approach.

Results: Study 1 obtained responses from 232 healthcare professionals — 125 physicians, 92 physiotherapists, and 15 nurses — representing 148 hospitals, most of which were in the southeastern region of Brazil (54.7%), with limited representation from other regions. The availability of mechanical insufflation–exsufflation (MI-E) in Brazilian ICUs was low (20.9%). Among respondents, 36 professionals reported using MI-E, with 80.6% applying it in intubated patients and 64.5% in extubated patients. In intubated patients, the main reported indications were excessive airway secretions (100%) and use during weaning from mechanical ventilation (86.2%). For extubated patients, indications included secretion overload (100%) and prevention of extubation failure (30.4%). The most frequently reported barriers to MI-E implementation were lack of knowledge (52.1%), limited availability of equipment (36.4%), and insufficient scientific evidence (11.5%).

In Study 2, a total of 21 patients were included, with a mean age of 67.4 ± 13 years, 15 (71.4%) male, a mean SAPS 3 score of 67.6 ± 11.4 , and a mean SOFA score of 6.1 ± 2.7 . At the time of randomization, patients were clinically stable, with a mean

PaO₂/FiO₂ ratio of 256 ± 84.7 mmHg, driving pressure of 9.5 cmH₂O (interquartile range [IQR], 7.75–12.40 cmH₂O), and PEEP of 5 cmH₂O (IQR, 5–6 cmH₂O). During the period in which patients received MI-E, the median number of tracheal suctioning procedures within 12 hours was 2 (IQR, 2–3) compared with 3 (IQR, 3–4) during conventional physiotherapy ($p = 0.06$). No statistically significant differences were observed between groups regarding arterial blood gas parameters (PaO₂, PaCO₂, and PaO₂/FiO₂) 8 hours after the intervention. Two-way ANOVA (group × time) yielded p values of 0.58, 0.78, and 0.16, respectively, for these variables. On the day MI-E was applied, there was a reduction in respiratory system resistance (Rsr) and an increase in respiratory system compliance (Csr) after the second session. These variables were analyzed using a linear mixed-effects model comparing intergroup differences, longitudinal changes (five time points), and the group × time interaction. The p value for this interaction was 0.006 for Rsr and 0.018 for Csr, indicating statistically significant improvements in respiratory mechanics following MI-E.

In Study 3, the systematic review identified four randomized clinical trials, comprising a total of 292 patients (148 in the MI-E group and 144 in control groups). Two studies were judged to have an overall high risk of bias, and the remaining two presented some concerns regarding bias. No statistically significant differences were found between groups regarding extubation failure rates, with an odds ratio (OR) of 0.70 (95% CI, 0.39–1.25; $p = 0.23$; $I^2 = 62\%$). Similarly, there were no significant differences in mortality (OR, 1.38; 95% CI, 0.64–2.98; $p = 0.41$; $I^2 = 0\%$) or ICU length of stay (mean difference, –3.26 days; 95% CI, –8.63 to 2.12; $p = 0.23$; $I^2 = 92\%$).

Conclusions: In Brazilian intensive care units, the availability of devices for mechanical insufflation–exsufflation (MI-E) is limited. The main barriers to its implementation include resource constraints, lack of knowledge, and insufficient scientific evidence. Among mechanically ventilated patients with respiratory hypersecretion, the use of MI-E did not produce a statistically significant reduction in the need for tracheal suctioning. However, it was associated with improved respiratory system mechanics, characterized by an increase in respiratory system compliance (Csr) and a reduction in respiratory system resistance (Rsr).

The systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials showed that incorporating mechanical insufflation–exsufflation (MI-E) into weaning protocols was not associated with reductions in weaning failure rates, ICU length of stay, or mortality. However, the included studies involved a limited number of participants and exhibited

high risk of bias, underscoring the need for further well-designed randomized clinical trials to clarify the role of MI-E in the weaning process.

Keywords: mechanical ventilation, mechanical insufflation-exsufflation, cough, secretion, weaning.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------------------|--|
| AMIB | Associação de Medicina Intensiva Brasileira |
| BPM | Batimentos por minuto |
| CNAF | Cânula nasal de alto fluxo |
| CPT | Capacidade pulmonar total |
| C _{SR} | Complacência do sistema respiratório |
| DI-EM | Dispositivo de insuflação-exsuflação mecânica |
| DPOC | Doença pulmonar obstrutiva crônica |
| FAUTI | Fraqueza adquirida na unidade de terapia intensiva |
| FiO ₂ | Fração inspirada de oxigênio |
| HU-UFJF | Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora |
| IRpA | Insuficiência respiratória aguda |
| I-EM | Insuflação-exsuflação mecânica |
| IIQ | Intervalo interquartilico |
| IMC | Índice de massa corpórea |
| PaO ₂ | Pressão parcial de oxigênio no sangue arterial |
| PaCO ₂ | Pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial |
| PAS | Pressão arterial sistólica |
| PEEP | Pressão expiratória final positiva |
| pH | Potencial hidrogeniônico |
| PP | Peso predito |
| PFT | Pico de fluxo expiratório da tosse |
| PFE | Pico de fluxo expiratório |
| R _{SR} | Resistência do sistema respiratório |
| SAPS-3 | <i>Simplified Acute Physiology Score</i> |
| SOFA | <i>Sequential Organ Failure Assessment</i> |
| SpO ₂ | Saturação periférica de oxigênio no sangue arterial |
| VM | Ventilação mecânica |
| VNI | Ventilação não invasiva |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | Características dos profissionais e das UTIs | 47 |
| Tabela 2 | Ajustes da I-EM, indicações, complicações e barreiras ao uso | 49 |
| Tabela 3 | Características demográficas e clínicas dos pacientes e parâmetros ventilatórios | 51 |
| Tabela 4 | Evolução dos pacientes e eventos adversos durante a aplicação da I-EM | 57 |
| Tabela 5 | Principais características dos estudos incluídos | 60 |
| Tabela 6 | Protocolos de I-EM nos estudos analisados | 76 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1 | Fluxograma | 50 |
| Figura 2 | Box-plot do número de aspirações em 12 horas | 52 |
| Figura 3 | Box-plots PaO_2 , $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ e PaCO_2 | 53 |
| Figura 4 | Gráficos R_{SR} | 54 |
| Figura 5 | Gráficos C_{SR} | 55 |
| Figura 6 | Gráficos efeito <i>carryover</i> | 56 |
| Figura 7 | Fluxograma revisão sistemática | 59 |
| Figura 8 | Risco de viés dos estudos incluídos | 61 |
| Figura 9 | Metanálise desfecho sucesso de desmame | 62 |
| Figura 10 | Metanálise desfecho mortalidade | 62 |
| Figura 11 | Metanálise desfecho duração internação UTI | 63 |
| Figura 12 | Gráfico de funil | 64 |
| Figura 13 | Grade | 65 |

APÊNDICES

| | |
|------------|--|
| APÊNDICE A | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Enquete |
| APÊNDICE B | Questionário Estudo cruzado |
| APÊNDICE C | Artigo: “Use of mechanical insufflation-exsufflation devices among intensive care units in Brazil” |
| APÊNDICE D | Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Estudo cruzado |
| APÊNDICE E | Estratégias de busca |

ANEXOS

| | |
|---------|---|
| ANEXO A | Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HU-UFJF – Enquete |
| ANEXO B | Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HU-UFJF – Estudo cruzado |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 18 |
| 1.1 História do surgimento da insuflação-exsuflação mecânica..... | 18 |
| 1.2 Insuflação-exsuflação mecânica na atualidade..... | 19 |
| 1.3 Fisiologia da tosse..... | 20 |
| 1.4 Indicações clínicas da I-EM..... | 22 |
| 1.4.1 Doenças neuromusculares..... | 22 |
| 1.4.2 Pacientes críticos em ventilação mecânica..... | 25 |
| 1.5 Utilização da insuflação-exsuflação mecânica nas UTIs..... | 29 |
| 2 JUSTIFICATIVA..... | 31 |
| 3 OBJETIVOS..... | 32 |
| 3.1 Estudo 1..... | 32 |
| 3.1.1 Objetivo geral..... | 32 |
| 3.1.2 Objetivos específicos..... | 32 |
| 3.2 Estudo 2..... | 33 |
| 3.2.1 Objetivo primário..... | 33 |
| 3.2.2 Objetivos secundários..... | 33 |
| 3.3 Estudo 3..... | 34 |
| 3.3.1 Objetivo geral..... | 34 |
| 3.3.2 Objetivos específicos..... | 34 |
| 3.3.2.1 Objetivo específico primário..... | 34 |
| 3.3.2.2 Objetivos específicos secundários..... | 34 |
| 4 MÉTODOS..... | 35 |
| 4.1 Estudo 1..... | 35 |
| 4.1.1 Tipo e local de estudo..... | 35 |
| 4.1.2 Amostra..... | 35 |
| 4.1.3 Desenvolvimento do questionário..... | 36 |
| 4.1.4 Análise estatística..... | 36 |
| 4.2 Estudo 2..... | 37 |
| 4.2.1 Tipo e local de estudo..... | 37 |
| 4.2.2 Pacientes..... | 37 |
| 4.2.3 Randomização e formação dos grupos..... | 38 |
| 4.2.4 Intervenções..... | 38 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.2.5 | Variáveis analisadas..... | 39 |
| 4.2.6 | Desfechos..... | 40 |
| 4.2.7 | Análise estatística..... | 40 |
| 4.3 | Estudo 3..... | 42 |
| 4.3.1 | CrITÉRIOS de inclusão..... | 42 |
| 4.3.1.1 | Participantes..... | 42 |
| 4.3.1.2 | Intervenções..... | 42 |
| 4.3.1.3 | Comparadores..... | 42 |
| 4.3.1.4 | Desfechos..... | 42 |
| 4.3.1.5 | Tipos de estudos..... | 43 |
| 4.3.2 | Estratégia de busca..... | 43 |
| 4.3.3 | Seleção dos estudos..... | 43 |
| 4.3.4 | Avaliação da qualidade metodológica..... | 44 |
| 4.3.5 | Extração de dados..... | 44 |
| 4.3.6 | Síntese dos dados..... | 45 |
| 4.3.7 | Avaliação do grau de certeza das evidências..... | 45 |
| 5 | RESULTADOS..... | 46 |
| 5.1 | Estudo 1..... | 46 |
| 5.2 | Estudo 2..... | 50 |
| 5.3 | Estudo 3..... | 58 |
| 5.3.1 | Identificação e seleção dos estudos..... | 58 |
| 5.3.2 | Características dos estudos..... | 59 |
| 5.3.3 | Avaliação do risco de viés dos estudos..... | 60 |
| 5.3.4 | Análise dos desfechos..... | 61 |
| 6 | DISCUSSÃO..... | 67 |
| 6.1 | Estudo 1..... | 67 |
| 6.2 | Estudo 2..... | 71 |
| 6.3 | Estudo 3..... | 74 |
| 7 | CONCLUSÃO..... | 77 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 78 |
| | APÊNDICES..... | 86 |
| | ANEXOS..... | 122 |

1. INTRODUÇÃO

1.1 HISTÓRIA DO SURGIMENTO DA INSUFLAÇÃO-EXSUFLAÇÃO MECÂNICA

No final dos anos 40, com o objetivo de desenvolver um novo dispositivo para tratamento de vítimas de armas químicas, a força aérea dos Estados Unidos criou um dispositivo mecânico que fornecia alternadamente pressões positivas e negativas por uma interface oronasal, com o objetivo de insuflar e exsufilar os pulmões. (Dempsey, 1985) Ainda na década de 40, um grupo de pesquisadores desenvolveu uma “câmara de tosse mecânica”. Por meio de um complexo mecanismo gerador de pressões, eram produzidas pressões positivas e negativas de 40 cmH₂O e, pela abertura abrupta de uma válvula, uma decompressão explosiva gerava uma exsufilação forçada. Naquela ocasião observou-se uma melhor taxa de fluxo expiratório máximo nos pacientes que utilizaram o dispositivo. (Barach *et al.*, 1951,1952)

Precisamente no ano 1951, Smith desenvolveu, a partir de um aspirador de pó, o primeiro insuflador-exsufilador mecânico portátil de que se tem notícia. As pressões inspiratórias e expiratórias eram aplicadas nas vias aéreas por uma interface facial. (Bach *et al.*, 1996) A partir dessas pesquisas iniciais, novos equipamentos foram desenvolvidos para a aplicação da insuflação-exsufilação mecânica (I-EM), estratégia que passou a ser adotada em alguns centros como adjuvante na condução de pacientes com insuficiência respiratória aguda (IRpA), sobretudo por poliomielite, os quais eram ventilados com pressão negativa. (Barach, Beck, Smith, 1953; Segal, Salomon, Herschfus, 1954; Bickerman, Hylan, 1954; Friesen, 1967) Nessa época, já era utilizada a compressão torácica com o objetivo de aumentar ainda mais o pico de fluxo expiratório. (Barach *et al.*, 1951, 1952)

Ainda durante as epidemias de poliomielite, o surgimento da traqueostomia possibilitou a aplicação da ventilação mecânica (VM) com pressão positiva. Com isso, a VM com pressão negativa passou a ser menos utilizada, mudança que levou também ao desuso da I-EM. Somente a partir do final dos anos 1980 e nos anos 1990, com o aumento progressivo do uso da ventilação não invasiva (VNI), mais particularmente em pacientes com doenças neuromusculares, a I-EM voltou a ser empregada. Em 1988, Bach solicitou a uma empresa fabricante de ventiladores portáteis alguns *Cof-flators* que estavam fora de uso em um museu de equipamentos

médico-hospitalares. Os equipamentos foram utilizados ambulatorialmente durante anos e na ocasião foi observada uma menor taxa de hospitalizações e traqueostomias nos pacientes que fizeram uso dos dispositivos. (Bach, Barrow, Gonçalves, 2013; Willis, 2023)

Com os bons resultados obtidos na condução de pacientes neuromusculares, tanto ambulatorialmente, quanto durante suas internações para tratamento de complicações infecciosas (Bach *et al.*, 2009; Gómez-Merino, Bach, 2002), a I-EM passou a ser estudada também em pacientes internados em UTI, particularmente naqueles com dificuldade de manejo de secreções respiratórias. (Kuroiwa *et al.*, 2021; Martínez-Alejos *et al.*, 2021; Sancho *et al.*, 2003)

1.2 INSUFLAÇÃO-EXSUFLAÇÃO MECÂNICA NA ATUALIDADE

Os dispositivos atuais de I-EM promovem uma inspiração profunda dos pulmões (insuflação), seguida de uma expiração profunda (exsuflação), pela aplicação de pressão positiva nas vias aéreas, seguida de pressão negativa. Essa rápida mudança de pressão positiva para negativa simula a mudança de fluxo de ar que ocorre na tosse e favorece a depuração de secreções das vias aéreas. A transmissão das pressões às vias aéreas se dá por meio de interface oronasal nos pacientes em respiração espontânea ou em VNI, ou por conexão do aparelho à cânula orotraqueal ou de traqueostomia naqueles em VM invasiva. (Willis, 2023)

Os principais parâmetros que são ajustados durante a I-EM são os níveis de pressão de insuflação e exsuflação, a duração de cada uma dessas fases e o intervalo entre elas. A mudança entre as duas fases pode ser automática ou manual. Em relação às pressões empregadas, estudos de bancada sugerem que altas pressões, ± 40 cmH₂O são necessárias para gerar fluxos expiratórios adequados, simulando a tosse assistida. (Gómez-Merino *et al.*, 2002; Guérin *et al.*, 2011) Na maior parte dos estudos clínicos, esses níveis elevados de pressão são empregados, sem que haja descrições frequentes de intolerância ou ocorrência de eventos adversos significativos. (Chatwin *et al.*, 2018; Swingwood *et al.*, 2022) Além disso, pressões elevadas são particularmente relevantes em pacientes em VM invasiva, incapazes

portanto de promoverem o fechamento da glote, um dos mecanismos importantes para a geração do fluxo expiratório da tosse. (Hyun, Lee, Shin, 2021)

Diferentes estratégias para aplicação das pressões de insuflação e exsuflação já foram descritas. A mais frequente é a aplicação da pressão escolhida em todos os ciclos. Entretanto, alguns autores sugerem protocolos com aumentos progressivos das pressões a cada ciclo, por exemplo, iniciando com ± 20 cmH₂O e aumentando ± 5 cmH₂O a cada ciclo até alcançar ± 40 cmH₂O. Esses protocolos podem ser úteis em pacientes que refiram desconforto com pressões mais altas, que não são comuns, ou quando a equipe ainda se sente insegura para aplicação da I-EM. (Chatwin, Wakeman, 2023) Não há consenso sobre os melhores níveis pressóricos e a melhor estratégia para aplicá-los, sendo provável que possa haver variações entre os ajustes conforme as condições clínicas e seus níveis de gravidade. (Willis, 2023)

O segundo ajuste a ser feito são as durações das fases de insuflação e exsuflação e do intervalo entre elas. Na maioria dos estudos as fases têm duração entre 2 e 3 segundos, com 1 segundo de intervalo. Não há margem para grandes variações nesses ajustes, assim como não parece haver grandes diferenças entre os fluxos gerados com pequenos aumentos ou reduções nos tempos de insuflação ou exsuflação. Por outro lado, em pacientes não intubados e cooperativos, os ajustes nos tempos podem ser considerados para melhorar o conforto na aplicação da I-EM. (Chatwin, Wakeman, 2023; Swingwood *et al.*, 2022)

Alguns equipamentos permitem a adição de oscilações de alta frequência (em Hertz), na fase inspiratória, expiratória ou ambas, com o potencial teórico de reduzir a viscosidade da secreção e facilitar sua depuração das vias aéreas. A relevância clínica dessa estratégia ainda não está estabelecida. (Sancho *et al.*, 2020, 2021)

1.3 FISILOGIA DA TOSSE

Como discutimos anteriormente, a I-EM tem como objetivo simular algumas fases da tosse e facilitar a remoção de secreções das vias aéreas. Nesse sentido, o entendimento dos mecanismos envolvidos na tosse facilita a compreensão da I-EM como ferramenta terapêutica.

A tosse constitui um mecanismo essencial de defesa do trato respiratório, atuando na remoção de partículas inaladas, secreções acumuladas em decorrência de disfunção do aparelho mucociliar ou produzidas em excesso, tais como muco, pus ou edema (Oldenburg *et al.*, 1979). A execução eficaz da tosse depende de uma sequência coordenada de eventos, tradicionalmente dividida em três fases: inspiratória, compressiva e expiratória (McCool, 2006).

Na fase inspiratória, ocorre a contração sincrônica do diafragma e dos músculos acessórios da respiração, promovendo uma inspiração que pode atingir até 90% da capacidade pulmonar total (CPT). Essa insuflação inicial distende a musculatura expiratória, otimizando a relação comprimento-tensão e, consequentemente, a capacidade de gerar pressão intratorácica positiva para um determinado nível de ativação neural (Van Lunteren *et al.*, 1989).

A fase compressiva é caracterizada pelo fechamento da glote, mediado pelos músculos adutores da laringe. O fechamento glótico mantém o volume pulmonar enquanto a musculatura expiratória se contrai, produzindo uma contração isométrica que gera pressões intratorácicas e intra-abdominais elevadas — podendo alcançar cerca de 300 cm H₂O (Boitano, 2006). Em seguida, a fase expiratória tem início com a abertura súbita da glote, permitindo que as altas pressões intratorácicas produzam fluxos expiratórios vigorosos. O fluxo atinge um pico inicial elevado, resultante da soma do gás proveniente de unidades alveolares distais e das vias aéreas centrais. Estas últimas sofrem o fenômeno de compressão dinâmica das vias aéreas, consequência da discrepância entre a pressão intratorácica positiva e a rápida queda da pressão luminal após a abertura glótica. À medida que o volume pulmonar e a pressão intratorácica diminuem, o fluxo expiratório também se reduz (Sferrazza *et al.*, 2018).

Alterações em qualquer uma dessas fases comprometem a eficiência da tosse. A limitação da insuflação pulmonar — como ocorre na fraqueza da musculatura inspiratória — reduz o estiramento dos músculos expiratórios e o retorno elástico do sistema respiratório, restringindo a pressão intratorácica gerada na fase compressiva e diminuindo a amplitude do fluxo expiratório (McCool, Mead, 1989). Disfunções no controle glótico, observadas em doenças neuromusculares com envolvimento bulbar, também prejudicam a tosse. A paralisia dos músculos adutores da glote impede seu fechamento completo, reduzindo a pressão intratorácica desenvolvida na fase

compressiva. Por outro lado, a paralisia dos músculos abdutores limita a abertura glótica, dificultando o fluxo expiratório e a queda de pressão necessária para a compressão dinâmica das vias aéreas centrais — elemento fundamental para o pico de fluxo expiratório (Hadjikoutis, Wiles, 2001). A fraqueza da musculatura expiratória — como a observada em pacientes com distrofia muscular de Duchenne ou lesões medulares — tende a impactar de forma mais significativa a eficácia da tosse do que a fraqueza inspiratória. Mesmo reduções leves a moderadas na força dos músculos abdominais (oblíquos interno e externo e transversos do abdome) são suficientes para comprometer a geração de pressões intratorácicas adequadas e limitar o fluxo expiratório (DiMarco *et al.*, 1999).

1.4 INDICAÇÕES CLÍNICAS DA I-EM

1.4.1 DOENÇAS NEUROMUSCULARES

As doenças neuromusculares, embora englobem condições distintas, tais como distrofias musculares, miopatias congênitas ou metabólicas, doenças da junção neuromuscular, neuropatias, doenças do corno anterior da medula, têm em comum o potencial de evoluírem com insuficiência respiratória crônica em função de fraqueza muscular e deformidades da parede torácica. (Gozal, 2000) Com a evolução da doença e da fraqueza muscular, os pacientes assumem um padrão de respiração superficial e não são capazes de promover uma expansão pulmonar completa, o que promove redução da complacência pulmonar, tosse ineficaz e tendência a retenção de secreção. As deformidades torácicas, com desenvolvimento de cifose e escoliose, associadas a fibrose da musculatura intercostal, comprometem a complacência da caixa torácica e restringem ainda mais a ventilação. (Tsiligiannis, Grivas, 2012) Em alguns casos, ainda há acometimento bulbar, que compromete o fechamento da glote e favorece a aspiração de secreções da orofaringe para as vias aéreas. (Ogna *et al.*, 2017)

Em função dessas alterações, os pacientes com doenças neuromusculares, em maior ou menor grau a depender da etiologia e do estágio da doença, tendem a apresentar tosse ineficaz. Todas as etapas necessárias para se ter uma tosse eficaz,

que incluem inspiração profunda, fechamento da glote, contração da musculatura expiratória e abertura abrupta da glote, podem estar comprometidas nas doenças neuromusculares. (Laghi *et al.*, 2017) Sendo assim, esses pacientes tendem a reter secreção nas vias aéreas e a manter um quadro de inflamação crônica, com predisposição a infecções respiratórias. (Sancho *et al.*, 2007) Durante as infecções, o volume e a viscosidade das secreções aumentam, dificultando ainda mais sua eliminação, podendo culminar em insuficiência respiratória crônica agudizada. Por isso as infecções respiratórias são causas importantes de morbimortalidade em pacientes com doenças neuromusculares. (Boentert, Wenninger, Sansone, 2017)

Uma das formas de se identificar que a capacidade de se ter uma tosse efetiva está comprometida é pela medida do pico de fluxo expiratório da tosse (PFT), o qual deve ser maior que 160 L/min. (Bach, 1993) Como o PFT é reduzido durante as intercorrências infecciosas em pacientes neuromusculares, valores acima de 270 L/min durante a estabilidade da doença são necessários para que o paciente possa ter tosse eficaz na vigência de infecção. Em pacientes com PFT inferior a 270 L/min, estão indicadas manobras para aumento da tosse durante o tratamento fisioterápico ambulatorial. (Boitano, 2006) Entre as medidas possíveis tem-se, por exemplo, a percussão e a vibração da parede torácica, manobras para aumentar a insuflação torácica (respiração com empilhamento de ar, respiração glossofaríngea, insuflação pulmonar manual ou mecânica), compressão manual do tórax e/ou abdome para gerar fluxo expiratório forçado e a I-EM. (Chatwin *et al.*, 2018; Ishikawa *et al.*, 2008)

Nos últimos anos, tem crescido o número de estudos que avaliam os efeitos da utilização da I-EM na condução de pacientes com doenças neuromusculares em diferentes condições, como no tratamento ambulatorial de pacientes estáveis ou em diferentes momentos das exacerbações, por exemplo para reduzir as taxas de intubação ou para facilitar o desmame da VM. (Auger, Hernando, Galmiche, 2017) Entretanto, a maioria desses estudos são de curta duração e mostram a eficácia da I-EM em melhorar desfechos fisiológicos logo após sua utilização, como o PFT e parâmetros de trocas gasosas (saturação arterial de oxigênio [SaO_2] e gás carbônico ao final da expiração [ETCO_2]). (Chatwin *et al.*, 2003; Chatwin, Simonds, 2009) Uma revisão sistemática publicada em 2021 buscou ensaios clínicos randomizados ou quase-experimentais que avaliaram a eficácia de estratégias para aumentar a tosse em pacientes neuromusculares. Os autores não encontraram nenhum estudo de

seguimento mais prolongado, com desfechos clínicos mais relevantes e centrados no paciente, tais como número de exacerbações ou de internações, entre pacientes que foram avaliados ambulatorialmente, ou duração da internação ou mortalidade, entre pacientes que foram avaliados em internações por exacerbações. Os autores concluíram que não há evidências suficientes para guiar a prática clínica em relação ao emprego de manobras para aumentar a tosse, incluindo a I-EM, em pacientes neuromusculares. (Morrow *et al.*, 2021)

As evidências mais relevantes sobre o emprego da I-EM em pacientes neuromusculares acabam sendo constituídas de estudos observacionais. Entre os estudos com pacientes ambulatoriais, destaca-se uma coorte britânica, que avaliou retrospectivamente 359 pacientes com doenças neuromusculares que recebiam tratamento domiciliar regular com I-EM para manejo de secreção respiratória. A I-EM era ofertada tanto por interface oronasal (69%), quanto por cânula de traqueostomia (31%). Apesar da grande diversidade de diagnósticos e de gravidade dos pacientes, observou-se poucas variações nos ajustes da I-EM, com pressões de insuflação ao redor de 35 cmH₂O e de exsuflação de -45 cmH₂O, tempos inspiratório e expiratório em torno de 2 segundos. A mediana da sobrevida dos pacientes foi de 66 meses (IIQ: 54 – 78 meses), sendo os fatores de risco associados a menor sobrevida a idade avançada, esclerose lateral amiotrófica como diagnóstico e a presença de traqueostomia. Como trata-se apenas da descrição de uma coorte, não é possível inferir efeitos clínicos associados à aplicação da I-EM. (Shah *et al.*, 2025)

Já em relação aos estudos sobre o emprego da I-EM durante descompensações de doenças neuromusculares, geralmente por infecção respiratória, Bach e colaboradores foram pioneiros e são os principais responsáveis pela consolidação dessa terapia de suporte. Inicialmente, eles avaliaram 157 pacientes com diferentes doenças neuromusculares, em VM por agudização, na maioria das vezes por infecção respiratória, e que tinham sido considerados como não tendo perspectiva de desmame. Esses pacientes foram submetidos a um protocolo de VNI pós-extubação associada a sessões repetidas de I-EM. Os autores obtiveram 100% de sucesso na extubação de pacientes com PFT maior ou igual a 160 L/min e 80% de sucesso naqueles com PFT menor que 160 L/m. Esses resultados mostraram o impacto da I-EM, em conjunto com a VNI, no desmame de pacientes que habitualmente são traqueostomizados e mantidos em VM prolongada em hospitais ou em seus

domicílios. (Bach *et al.*, 2010) O mesmo grupo publicou os resultados de um estudo retrospectivo que avaliou a taxa de sucesso de extubação de pacientes com doenças neuromusculares que foram transferidos para um centro de referência para serem desmamados. Foram avaliados 69 pacientes, que estavam intubados, em média, há 24,9 dias (\pm 22 dias), e que tinham sido submetidos de 0 a 6 tentativas de extubação. O mesmo protocolo de desmame do estudo anterior foi aplicado, com extubação para VNI e repetidas sessões de I-EM, com o objetivo de manter a saturação periférica de oxigênio no sangue arterial (SpO_2) $>95\%$ com fração inspirada de oxigênio (FiO_2) de 21%. Todos os 69 pacientes avaliados foram extubados, 37 nas primeiras 24 horas do protocolo e 32 entre 3 e 4 dias. Os autores discutem a eficácia da I-EM intensiva, junto com VNI, para o desmame de pacientes que, quando conduzidos de forma habitual, não conseguem ser liberados da VM. (Bach *et al.*, 2015)

1.4.2 PACIENTES CRÍTICOS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA

Pacientes em VM prolongada, definida por alguns autores como aquela com duração superior a 21 dias, frequentemente apresentam fraqueza de diferentes músculos, incluindo o diafragma. (Rose, Messer, 2024) Essa fraqueza muscular, de origem multifatorial e denominada fraqueza adquirida na UTI (FAUTI), dificulta o desmame da VM e cria um círculo vicioso que compromete o prognóstico do paciente. (Thielle *et al.*, 2020)

Entre os fatores envolvidos na fraqueza diafragmática, a atrofia muscular em função da VM controlada é o mais relevante. Estudos clínicos demonstraram que pacientes com assistência ventilatória completa ou excessiva evoluem com atrofia e lesão das fibras musculares decorrentes de estresse oxidativo, inflamação e proteólise. Essas alterações histológicas associam-se a redução na capacidade contrátil do diafragma. (Jaber *et al.*, 2011; Levine *et al.*, 2008) Ajustes inadequados da VM, gerando esforços inspiratórios excessivos ou assincronias, quando presentes por longo tempo também podem lesar o diafragma e dificultar o desmame da VM. (Goligher *et al.*, 2018) Outras condições frequentes entre os pacientes internados em UTI também potencializam a lesão diafragmática, com destaque para sepse, choque circulatório, medicamentos (corticoides, aminoglicosídeos e bloqueadores

neuromusculares) e oferta insuficiente de proteínas na dieta. (Callahan, Supinski, 2009; Petrof, Hussain, 2016)

Outro impacto da VM prolongada é o desenvolvimento de disfagia e a consequente aspiração de saliva e conteúdo da cavidade oral e orofaringe para as vias aéreas e pulmões. (Zuercher *et al.*, 2020) Além da disfagia, a tosse, mecanismo que protege as vias aéreas e pulmões da aspiração, está comprometida nesses pacientes, em função da fraqueza da musculatura envolvida e do comprometimento do reflexo de tosse, em função de lesões neurológicas, distúrbios metabólicos e efeitos residuais de sedação. (Jiang, Esquinas, Mina, 2017) A FAUTI, o maior risco de aspiração e a menor capacidade de tosse fazem com que alguns pacientes em VM prolongada tenham comportamento clínico semelhante àqueles com doença neuromuscular. (Houzé *et al.*, 2020) Portanto, espera-se que esses pacientes possam se beneficiar do emprego da I-EM como medida adjuvante na condução do suporte ventilatório invasivo prolongado.

Com essa expectativa, estudos clínicos e de bancada vêm sendo conduzidos sobre o uso da I-EM em pacientes críticos em VM, para avaliar o impacto dessa estratégia no manejo da secreção de vias aéreas. (Swingwood *et al.*, 2022)

Entre os estudos clínicos, a maioria avaliou desfechos de curto prazo e com menor impacto para o paciente, tais como o PFT, o volume de secreção aspirado e o comportamento da mecânica respiratória após aplicação da I-EM ou a frequência de aspiração traqueal durante um determinado tempo em pacientes submetidos ao tratamento com I-EM. De Camillis e colaboradores, por exemplo, randomizaram 180 pacientes em VM por mais de 24 h em um grupo que recebia fisioterapia respiratória convencional e outro que recebia, além da fisioterapia, tratamento com I-EM. Eles observaram aumento do volume da secreção traqueal aspirada e da C_{RS} após o emprego da I-EM. (De Camillis *et al.*, 2018) Em estudo semelhante, conduzido por um grupo espanhol, os autores também observaram aumento do volume de secreção traqueal aspirada, melhora da C_{SR} e da oxigenação com o emprego da I-EM, em comparação com a fisioterapia convencional. (Martínez-Alejos *et al.*, 2021)

Embora esses estudos não tenham avaliado desfechos mais relevantes, além de apontarem que a I-EM traz benefícios clínicos no curto prazo, eles indicam que ela é segura. Nos dois estudos, os eventos adversos ocorridos durante a aplicação da I-EM foram leves e transitórios e não interromperam o tratamento. Outros estudos

clínicos comprovaram a segurança e tolerabilidade da I-EM, sendo raros os eventos adversos mais graves que levam à interrupção de sua aplicação, como instabilidade hemodinâmica, arritmias cardíacas ou dessaturação arterial duradouras, barotrauma ou hemoptise. (Sánchez-García *et al.*, 2018, 2024; Swingwood, *et al.*, 2022)

Apesar do emprego da I-EM em pacientes críticos ter iniciado a partir dos bons resultados obtidos com pacientes com doenças neuromusculares em exacerbações infecciosas, as evidências sobre seu papel vêm sendo construídas de forma mais robusta entre os pacientes críticos em geral, sobretudo no desmame da VM. Gonçalves e colaboradores avaliaram pacientes em VM por mais de 48 horas em função de condições clínicas diversas, sendo excluídos aqueles com doenças neuromusculares. Após passarem por um teste de respiração espontânea e estarem aptos a serem extubados, os pacientes eram randomizados para um grupo controle ou um grupo intervenção. No grupo intervenção, além dos cuidados habituais do desmame, que poderia incluir o emprego de VNI pós-extubação, os pacientes eram submetidos a sessões de I-EM, que começavam imediatamente antes da extubação e eram repetidas de 8 em 8 horas até 48 horas após a extubação. O emprego da I-EM no desmame reduziu as taxas de reintubação (17% vs. 48%, $p < 0,05$), o tempo de VM (11,7 vs. 17,8 dias, $p < 0,05$) e os dias de UTI após a extubação (3,1 vs. 9,8 dias, $p < 0,05$). Entretanto, o tratamento com I-EM não reduziu de forma estatisticamente significativa a duração total da internação na UTI. Os pacientes foram acompanhados por 48 horas após a extubação e nesse período não houve óbito em nenhum dos dois grupos. (Gonçalves *et al.*, 2012)

Na França, um outro grupo avaliou também o impacto da aplicação de I-EM no desmame de pacientes que estivessem há mais de 48 horas em VM e que já apresentassem fraqueza muscular do paciente crítico. Para esse diagnóstico os autores utilizaram o escore *Medical Research Council*, definindo como fraqueza uma pontuação no dia da extubação inferior a 48 (de um total de 60 pontos). Os pacientes randomizados para o grupo I-EM recebiam duas sessões ao dia após a extubação, mantidas pelo tempo necessário conforme julgamento da equipe assistente. Nos dois grupos, a VNI pós-extubação poderia ser empregada. Não se observou diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação ao desfecho primário, que era a ocorrência de insuficiência respiratória após a extubação (16,4% no grupo intervenção e 11,5% no grupo controle, com $p = 0,60$). Também não foram observadas

diferenças significativas entre os grupos em relação aos desfechos secundários: taxa de reintubação dentro de 48 horas, duração da internação na UTI após a extubação, mortalidade em 28 e 90 dias. (Wibart *et al.*, 2023)

Um terceiro ensaio clínico com características semelhantes foi conduzido em um único centro no Japão, entre adultos em VM por mais de 24 horas e que apresentassem necessidade de aspiração traqueal pelo menos uma vez a cada hora em função de grande volume de secreção. Os pacientes eram randomizados para o grupo controle, que se caracterizava pelos cuidados ventilatórios e fisioterápicos habituais, ou para o grupo I-EM, caracterizado pelo emprego desse tratamento sempre que houvesse necessidade de aspiração traqueal. Não houve diferença entre os grupos em relação ao desfecho primário, que era o número de dias livres da VM em 28 dias (21 dias, IIQ de 13-24 no grupo controle vs. 18 dias, IIQ de 0-23 no grupo, I-EM, $p = 0,38$). Também não houve diferença entre os grupos em relação aos desfechos secundários, que incluíram tempo de VM entre os sobreviventes, tempo de internação na UTI, necessidade de traqueostomia e mortalidade na UTI. (Kubota *et al.*, 2024)

Nosso grupo também avaliou a aplicação de I-EM durante o desmame em pacientes sem doença neuromuscular em VM. Optamos por avaliar pacientes em VM prolongada (há mais de 14 dias em suporte ventilatório invasivo), já traqueostomizados, e objetivamos primariamente avaliar a factibilidade de incorporar a I-EM ao protocolo de desmame. Os pacientes randomizados para o grupo I-EM recebiam essa terapia durante todo o período de desmame, em duas sessões diárias, com ciclos que se repetiam até não haver mais secreção à aspiração traqueal. O protocolo de desmame tinha duração de sete dias, sendo que nos primeiros dois dias os pacientes permaneciam em respiração espontânea por 12 horas e nos demais cinco dias, por 24 horas. Nosso objetivo primário era avaliar a factibilidade do emprego da I-EM no desmame, o que pode ser comprovado, com todas as sessões programadas sendo realizadas, sem que houvesse eventos adversos graves que justificassem a interrupção do tratamento. Por outro lado, os pacientes que receberam I-EM não apresentaram maiores taxas de sucesso de desmame, nem redução da duração do desmame e da internação, nem redução de mortalidade. Esses resultados podem ser explicados, pelo menos em parte, pelo pequeno número de pacientes

incluídos, o que pode ter feito com que o estudo não tivesse poder suficiente para avaliar eventuais diferenças entre os grupos. (Netto *et al.*, 2025)

Em função das limitações desses quatro estudos randomizados, como o fato de serem unicêntricos, com número limitado de participantes, e por apresentarem resultados divergentes, o papel da I-EM no desmame da VM ainda precisa ser mais bem estudado.

1.5 UTILIZAÇÃO DA INSUFLAÇÃO-EXSUFLAÇÃO MECÂNICA NAS UNIDADES DE TERAPIA INTENSIVA

Apesar do gradual surgimento de estudos com o emprego da I-EM em pacientes críticos, ela ainda não parece ser uma estratégia usada rotineiramente nas UTIs. Alguns estudos de coorte têm buscado entender o uso da I-EM e mesmo as barreiras à sua implementação de forma mais sistemática.

No ano de 2016, no Canadá, Rose e colaboradores realizaram um levantamento a partir de questionários enviados por meio eletrônico para identificar o uso de técnicas de mobilização de secreções brônquicas, incluindo a I-EM, nas UTIs. A taxa de resposta foi considerada adequada, com 157 UTIs (69% das unidades convidadas) retornando a pesquisa. (Rose *et al.*, 2016) Entre essas UTIs, 78 empregavam pelo menos uma técnica para aumento da efetividade de tosse, sendo que 50 UTIs (31,8% do total) usavam a I-EM. A principal indicação relatada foi a eliminação de secreção das vias aéreas, seguida de prevenção de reintubação após extubação e prevenção de intubação de paciente em insuficiência respiratória. Um dado interessante identificado na enquete foi que, mesmo nessas indicações mais frequentes, o uso rotineiro de estratégias para aumento da tosse foi infrequente (44%, 27% e 19%, respectivamente). Em relação às barreiras ao emprego das estratégias para aumento da tosse, as mais frequentemente relatadas foram a falta de experiência, a falta de conhecimento e a indisponibilidade dos equipamentos. (Rose *et al.*, 2016)

Uma enquete semelhante foi realizada na Holanda em 2017, com a adesão de 72 (85%) das 85 UTIs do país. Apenas 22% das UTIs usavam a I-EM, a qual era aplicada, na maioria das vezes pela equipe de enfermagem. As principais indicações relatadas

foram a identificação de tosse ineficaz, o uso domiciliar do dispositivo e a ocorrência de atelectasias de repetição. As contraindicações descritas foram enfisema bolhoso, asma/DPOC (doença pulmonar obstrutiva crônica) graves, hemoptise e hipertensão intracraniana. Nesse estudo, não foram avaliadas barreiras ao uso da I-EM. (Stilma *et al.*, 2021)

Em 2020, Swingwood e colaboradores conduziram uma enquete entre fisioterapeutas que trabalhavam em UTIs do Reino Unido especificamente sobre o uso de I-EM nessas unidades. Dos 166 profissionais que responderam ao questionário, apenas 3 não tinham acesso a um equipamento para aplicação de I-EM. Entre os que tinham acesso, 13% disseram aplicar I-EM diariamente, 33%, semanalmente e os demais em periodicidades menores. Enquanto 99% dos fisioterapeutas relataram usar o equipamento em pacientes fora da VM, apenas 53% o fazem em pacientes mecanicamente ventilados. As razões apontadas para o não uso da I-EM durante a VM foram a falta de necessidade clínica, falta de confiança, falta de evidência científica para indicação e falta de experiência. (Swingwood, Tume, Cramp, 2020)

Esses estudos mostram uma grande variabilidade do emprego da I-EM em países de alto nível socioeconômico e, teoricamente, com menores restrições na incorporação de tecnologias relacionadas à saúde. No Brasil, não há publicações sobre o uso de I-EM, mas a falta de estudos locais sobre o tema nos faz pensar que esse uso não seja disseminado. Mas, para responder a essa pergunta, optamos por conduzir uma enquete (*survey*) semelhante às aplicadas em outros países.

2. JUSTIFICATIVA

Alguns estudos avaliaram a aplicação da I-EM em pacientes críticos em VM e mostraram que, nos países monitorados, seu uso na prática clínica ainda é limitado. Esses estudos ainda identificaram barreiras ao seu uso rotineiro nas UTIs, que podem ser focos de intervenção para melhorar a adesão a essa medida terapêutica. No Brasil, não sabemos com qual frequência e como a I-EM é usada nas UTIs, assim como não sabemos se as mesmas barreiras evidenciadas em outros países ocorrem em nosso país.

Embora existam estudos observacionais acerca do impacto da I-EM sobre parâmetros fisiológicos em pacientes em VM, eles são limitados pelo pequeno número de pacientes, falta de padronização nos critérios de inclusão e nos ajustes da I-EM. Além disso, os desfechos avaliados nem sempre representam um benefício centrado na condução clínica do paciente.

Alguns ensaios clínicos randomizados avaliaram o impacto da I-EM como medida adjuvante no desmame. Esses estudos apresentam limitações e alguns resultados encontrados são conflitantes. Dessa forma, o papel da I-EM no desmame da VM ainda é incerto.

Por essas lacunas e pela importância do tema, optamos por conduzir estudos para avaliar o cenário do uso da I-EM no Brasil e o impacto dessa estratégia no manejo de pacientes em VM com secreção traqueal abundante. Conduzimos ainda uma revisão sistemática para avaliar o estado real das evidências sobre o emprego da I-EM no desmame de pacientes em VM. Com a identificação de ensaios clínicos randomizados, realizamos uma metanálise para avaliar o impacto da aplicação da I-EM durante o desmame sobre desfechos clínicos relevantes.

3. OBJETIVOS

3.1. ESTUDO 1

3.1.1 OBJETIVO GERAL

- Identificar o perfil de utilização da I-EM entre os diferentes profissionais que atuam em UTIs brasileiras

3.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a disponibilidade de I-EM nas UTIs brasileiras;
- Identificar a frequência com que a I-EM é utilizada nessas UTIs;
- Caracterizar as indicações e contraindicações ao seu uso;
- Caracterizar os ajustes da I-EM nessas UTIs;
- Identificar as principais barreiras ao uso da I-EM nessas UTIs.

3.2 ESTUDO 2

3.2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

- Avaliar o impacto da I-EM, em comparação com a fisioterapia habitual, aplicada em pacientes com hipersecreção respiratória, sobre a frequência de aspiração traqueal.

3.2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Avaliar o impacto da I-EM nessa população, em comparação com a fisioterapia habitual, sobre:
 - PaO_2/FiO_2 ;
 - $PaCO_2$;
 - pH;
 - C_{SR} ;
 - R_{SR} .
- Avaliar a segurança da aplicação de I-EM em pacientes em VM.

3.3 ESTUDO 3

3.3.1 OBJETIVO GERAL

- Revisar a literatura sobre o impacto da I-EM no desmame da VM em pacientes sem doença neuromuscular

3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

3.3.2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO PRIMÁRIO

- Revisar a literatura sobre o impacto da I-EM no desmame da VM em pacientes sem doença neuromuscular em relação à taxa de falha de desmame

3.3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS SECUNDÁRIOS

- Revisar a literatura sobre o impacto da I-EM no desmame da VM em pacientes sem doença neuromuscular em relação a:
- Sucesso do desmame;
- A duração da internação na UTI;
- A mortalidade.

4. MÉTODOS

4.1 ESTUDO 1

4.1.1 TIPO E LOCAL DE ESTUDO

Trata-se de um estudo transversal por questionário encaminhado por via eletrônica a profissionais de saúde de UTIs brasileiras, que foi conduzido entre janeiro e março de 2022. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do HU-UFJF (protocolo 51608321.5.0000.5133) (ANEXO A). As perguntas do questionário não permitiam a identificação do respondedor e junto a elas foi enviado um termo de consentimento livre e esclarecido, pelo qual o entrevistado poderia ou não aceitar participar (APÊNDICE A). O estudo seguiu as orientações do *Consensus-Based Checklist for the Reporting of Survey Studies* (CROSS), desenhado para condução e publicação de estudos observacionais do tipo enquete (*survey*). (Sharma *et al.*, 2021)

4.1.2 AMOSTRA

A amostra foi constituída pelos profissionais de saúde (médicos, enfermeiros e fisioterapeutas) cadastrados na Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB) no período em que o estudo foi realizado. O questionário foi encaminhado para esses profissionais como um *link* para um formulário eletrônico. O envio foi feito por correio eletrônico ao longo de três meses, em intervalos de 30 dias. Os participantes iniciais poderiam enviar o *link* para outros profissionais de seu conhecimento, por correio eletrônico ou mídia social, caracterizando um recrutamento em bola de neve. Os questionários preenchidos foram incluídos no estudo.

4.1.3 DESENVOLVIMENTO DO QUESTIONÁRIO

Os pesquisadores, com experiência em cuidados intensivos e fisioterápicos em pacientes em VM, desenvolveram um questionário inicial com base em estudos relevantes disponíveis nas bases MEDLINE e Cochrane. A versão inicial foi distribuída para três profissionais com experiência em I-EM (dois médicos e um fisioterapeuta) para avaliação de clareza, facilidade de compreensão, relevância, redundância e tempo de aplicação. Com base nas opiniões desses especialistas, o questionário foi finalizado com a presença de seis domínios: 1. caracterização do hospital, da UTI e do profissional; 2. disponibilidade e uso da I-EM; 3. interfaces e ajustes dos parâmetros; 4. indicações e contraindicações; 5. complicações; 6. barreiras ao uso. No total o questionário teve 29 questões, entre aquelas de múltipla escolha ou de resposta livre. (APÊNDICE B)

4.1.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Estatística descritiva foi empregada para análise dos dados. As variáveis categóricas foram expressas como frequências e proporções e as contínuas, com médias e desvios-padrão (variáveis com distribuição normal) ou medianas e intervalos interquartis (variáveis com distribuição não normal). A normalidade da distribuição das variáveis contínuas foi definida pelo teste de Shapiro-Wilk. As respostas às perguntas abertas foram codificadas e reportadas como frequências. As análises foram feitas com Stata 18.0 (StataCopr, Texas, EUA).

4.2 ESTUDO 2

4.2.1 TIPO E LOCAL DE ESTUDO

Trata-se de um estudo clínico experimental, randomizado, aberto, cruzado, que incluiu adultos em VM e com hipersecreção brônquica, realizado na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (UTI-HU-UFJF) entre os meses de agosto de 2022 e julho de 2024. O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do HU-UFJF (registro 60144922.6.0000.5133) (Anexo B). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) era assinado pelo parente mais próximo antes da inclusão no estudo (Apêndice D).

4.2.2 PACIENTES

Foram incluídos de forma consecutiva pacientes internados na UTI-HU-UFJF que apresentassem os seguintes critérios: idade maior ou igual a 18 anos; em VM por meio de tubo orotraqueal ou traqueostomia e com hipersecreção brônquica, definida pela necessidade de três ou mais aspirações traqueais em um período de oito horas. A necessidade de aspiração era determinada pela equipe assistente no plantão noturno, que anotava em formulário específico, o número de aspirações necessárias entre 18:00 h e 2:00 h. As inclusões eram feitas entre segunda e quinta-feira, pela disponibilidade dos pesquisadores na UTI-HU-UFJF.

Os seguintes critérios de exclusão foram observados: instabilidade hemodinâmica (frequência cardíaca (FC) maior que 120 batimentos por minuto (bpm), pressão arterial sistólica (PAS) menor que 90 mmHg ou diastólica (PAD) menor que 60 mmHg, ou necessidade de vasopressores em doses ascendentes); isquemia coronariana aguda; arritmia cardíaca grave; instabilidade respiratória (necessidade de pressão expiratória final positiva (PEEP) maior que 8 cmH₂O, fração inspirada de oxigênio (FiO₂) maior que 0,6, relação pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO₂) pela FiO₂ menor 150 mmHg); pneumotórax; enfisema subcutâneo; pneumomediastino; trauma torácico; hemoptise; cirurgia de esôfago ou gástrica;

hipertensão intracraniana; pacientes em cuidados paliativos e aqueles em que o familiar se recusou a assinar o TCLE. Um paciente que apresentasse algum critério de exclusão temporário poderia ser incluído posteriormente, após sua estabilização.

4.2.3 RANDOMIZAÇÃO E FORMAÇÃO DOS GRUPOS

Os pacientes incluídos foram randomizados na proporção 1:1 para receber no primeiro dia do estudo (D1) a intervenção (I-EM) ou o tratamento fisioterápico habitual. No segundo dia (D2), após um período de 18 horas de “*washout*”, pacientes que receberam a intervenção no D1 receberam tratamento fisioterápico habitual, enquanto os que receberam o tratamento fisioterápico habitual, receberam a intervenção (I-EM). A randomização foi feita em blocos de tamanhos diferentes (quatro ou seis pacientes) e o sigilo da alocação foi mantido por meio de envelopes opacos, selados e numerados sequencialmente, os quais eram abertos imediatamente após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. A sequência numérica foi gerada por um observador independente que utilizou o *ResearchRandomizer*, disponível em <http://www.randomizer.org>.

4.2.4 INTERVENÇÕES

No período em que o paciente era randomizado a receber I-EM, ela era aplicada duas vezes no dia, às 8:00 e às 14:00 horas. Eram realizadas sequências de 5 ciclos respiratórios completos de IE-M, com o paciente em decúbito dorsal e com a cabeceira do leito inclinada em 45°. Cada ciclo de IE-M era composto de insuflação com 40 cmH₂O de pressão por 2,5 segundos e -40 cmH₂O de exsuflação por 2,5 segundos, separados por uma pausa de 0,5 segundo. Esses ajustes são os mais frequentemente empregados em estudos clínicos com I-EM em pacientes em VM. (Swingwood *et al.*, 2022) Utilizamos oscilação na fase de exsuflação, com frequência de 10 Hz e amplitude de 5 cmH₂O, com a finalidade de aumentar o deslocamento de secreções. (Sancho *et al.*, 2020) Ao final de uma sequência de 5 ciclos era realizada aspiração endotraqueal. Enquanto houvesse secreção traqueal na aspiração, nova sequência

de 5 ciclos era aplicada, até a constatação de que não havia mais secreção nas vias aéreas. As manobras de I-EM eram realizadas por um fisioterapeuta, pesquisador do estudo, que não estava responsável pela assistência ao paciente naquele dia.

A fisioterapia respiratória habitual consistia na utilização das seguintes condutas, a critério do fisioterapeuta assistente: aspiração endotraqueal, que poderia ser acompanhada ou não de manobras de compressão-descompressão, reexpansão pulmonar e aceleração de fluxo. Os procedimentos eram realizados com o paciente em decúbito dorsal e com a cabeceira do leito inclinada em 45°, mas mudanças de decúbito poderiam ser feitas para facilitar a mobilização de secreção, a critério do fisioterapeuta assistente.

As demais aspirações traqueais eventualmente necessárias ao longo do dia eram realizadas pelo fisioterapeuta ou enfermeiro de plantão, os quais foram previamente treinados para realização do procedimento. A aspiração era feita com sistema fechado, com pressão negativa inferior a 150 mmHg, com duração máxima de 15 segundos, podendo ser repetida mediante indicação. (American Association for Respiratory Care, 2010)

4.2.5 VARIÁVEIS ANALISADAS

Variáveis demográficas (idade, sexo, peso, altura, índice de massa corpórea (IMC)), *Simplified Acute Physiology Score* (SAPS-III) e *Sequential Organ Failure Assessment* (SOFA) à admissão, índice de comorbidade de Charlson e causa de internação na UTI foram coletados retrospectivamente a partir do prontuário do paciente.

Os seguintes dados foram obtidos no momento da randomização: SOFA atual, dados ventilatórios (modo ventilatório, FR, FiO₂, V_T/PP (volume corrente por peso predito), *driving pressure*, pressão de pico, PEEP, C_{SR} e R_{SR}, parâmetros gasométricos (PaO₂, PaO₂/FiO₂, PaCO₂ e pH) e uso de sedativos, antibióticos e vasopressores.

4.2.6 DESFECHOS

O desfecho primário do estudo foi o número de aspirações traqueais em 12 horas, contadas a partir do primeiro atendimento. A aspiração endotraqueal poderia ser feita por fisioterapeutas ou enfermeiros, os quais não sabiam sobre o grupo a que pertencia o paciente naquele período. Os desfechos secundários foram $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, PaCO_2 e pH 8 horas após o primeiro atendimento, C_{SR} e R_{SR} 30 e 120 minutos após cada atendimento e a ocorrência de eventos adversos durante o atendimento com I-EM ou tratamento fisioterápico habitual.

Para as medidas de C_{SR} e de R_{SR} o modo ventilatório era modificado para volume-controlado, com V_T de 7 ml/kg/PP, sendo aplicada uma pausa inspiratória de 2 segundos. Os dados eram obtidos em ciclos em que não eram observados esforços dos pacientes nas curvas de monitorização. As seguintes fórmulas foram empregadas para os cálculos:

$$C_{\text{sr}} = \frac{VT}{(P_{\text{plat}} - PEEP)}$$

C_{sr} expressa em mL/cmH₂O

$$R_{\text{sr}} = \frac{P_{\text{pico}} - P_{\text{plat}}}{\text{Fluxo}}$$

R_{sr} expressa em cmH₂O/L/s

4.2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar se as variáveis contínuas apresentavam distribuição normal ou não normal. As variáveis de distribuição normal foram apresentadas como média e desvio padrão e as com distribuição não normal, como mediana e intervalo interquartil (percentis 25% e 75%).

O desfecho primário (número de aspirações traqueais em 12 horas) foi avaliado pelo teste de Mann-Whitney. As variáveis gasométricas ($\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, PaCO_2 e pH), medidas em dois momentos, foram comparadas pelo teste ANOVA de dois fatores, com análise dos fatores grupo, tempo e interação grupo vs. tempo.

As variações longitudinais da C_{SR} e da R_{SR} , medidas em cinco momentos, foram avaliadas por um modelo linear de efeitos mistos. Grupo (intervenção vs. controle), tempo (basal vs. os quatro tempos consecutivos) e a interação grupo vs. tempo foram incluídos como efeitos fixos. Um intercepto randômico para cada participante foi especificado para considerar a correlação intraindivíduo ao longo das medidas repetidas. Os pressupostos do modelo foram verificados pela inspeção visual dos gráficos de resíduos. Os resultados foram mostrados como diferenças médias estimadas com intervalo de confiança de 95% (IC-95%). Valores bicaudais de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significante.

Todas as análises foram feitas pelo pacote estatístico Stata 18.0 (StataCopr, Texas, EUA).

4.3 ESTUDO 3

Essa revisão sistemática com metanálise foi realizada com base nas diretrizes do PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*). (Page *et al.*, 2021) O protocolo do estudo está registrado na plataforma PROSPERO (*Prospective Register of Systematic Reviews* – CRD42021274417).

4.3.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

4.3.1.1 PARTICIPANTES

Incluímos estudos que avaliaram adultos (idade maior ou igual a 18 anos), que foram internados em UTIs e receberam VM invasiva. Foram excluídos estudos conduzidos em pacientes com doença neuromuscular.

4.3.1.2 INTERVENÇÕES

Incluímos estudos que avaliaram a aplicação de I-EM em algum momento durante o desmame da VM, antes e/ou depois da extubação. Os pacientes podem ter recebido ou não VNI ou cânula nasal de alto fluxo (CNAF) após a extubação.

4.3.1.3 COMPARADORES

Incluímos estudos que compararam a intervenção com cuidados habituais durante o desmame. Os pacientes do grupo controle também podem ter recebido ou não VNI ou CNAF após a extubação.

4.3.1.4 DESFECHOS

Incluímos estudos que avaliaram pelo menos um dos seguintes desfechos: 1.

sucesso do desmame; 2. duração da internação na UTI; 3. mortalidade. Como há várias definições para sucesso de desmame, consideraremos sucesso nesse estudo o não retorno à VM dentro de 48 horas após a extubação para pacientes intubados e respiração espontânea fora da VM por 48 horas consecutivas nos pacientes traqueostomizados.

4.3.1.5 TIPOS DE ESTUDO

Incluiremos estudos clínicos prospectivos randomizados ou estudos quase-experimentais, tais como estudos clínicos não randomizados, estudos do tipo “antes e depois” e séries temporais interrompidas. Serão excluídos estudos observacionais.

4.3.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA

A estratégia de busca teve como objetivo encontrar estudos publicados integralmente. Realizamos uma busca preliminar na base de dados MEDLINE para identificar artigos relacionados ao tema, dos quais obtivemos palavras-chave contidas nos títulos e resumos, bem como termos descritores. Com base nessa busca preliminar, desenvolvemos estratégias de busca específicas para as seguintes bases de dados: MEDLINE, EMBASE, Web of Science, SCOPUS, LILACS/BVS e Cochrane (Apêndice E).

Para evitar omissão de estudos, analisamos todas as referências dos estudos que foram selecionados para leitura integral. Não adotamos nenhuma restrição de data ou língua e realizamos a busca de artigos publicados até a data de 31 de julho de 2025.

4.3.3 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Todos os artigos identificados pela busca foram incluídos no Sistema Rayyan (Intelligent Systematic Review). Artigos duplicados foram removidos automaticamente

pelo sistema. Dois pesquisadores (RSV e PLC) realizaram, de forma independente, a triagem dos artigos com base em seus títulos e resumos, seguindo os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos por esta revisão sistemática. Os estudos potencialmente relevantes foram selecionados para leitura na íntegra a fim de avaliar sua elegibilidade pelos mesmos dois pesquisadores. Discordâncias entre os revisores foram resolvidas por meio de discussão em painel ou pela decisão do autor sênior (BVP).

4.3.4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA

Os mesmos dois pesquisadores avaliaram, de forma independente, a qualidade metodológica dos estudos incluídos pela ferramenta “Cochrane Risk of Bias 2”. Essa ferramenta considera cinco domínios principais: viés de randomização, desvios em relação às intervenções pretendidas, viés devidos à ausência de dados de desfecho, viés na mensuração do desfecho, viés na seleção do resultado relatado. (Higgins *et al.*, 2023) Discordâncias entre os revisores foram resolvidas por meio de discussão em painel ou pela decisão do autor sênior. A extração dos dados foi realizada em todos os estudos incluídos, independentemente dos resultados da avaliação de qualidade.

4.3.5 EXTRAÇÃO DE DADOS

Os seguintes dados dos estudos incluídos foram extraídos pelos mesmos dois revisores independentes: características das populações dos estudos, métodos, intervenções e desfechos relacionados às questões da revisão, como taxas de sucesso do desmame, tempo de permanência em UTI e mortalidade. Discordâncias que surgiram entre os revisores foram resolvidas por meio de discussão em painel ou pela decisão do autor sênior.

4.3.6 SÍNTESE DOS DADOS

Sempre que possível, os desfechos relevantes obtidos a partir dos estudos incluídos foram avaliados por meio de metanálise estatística, para a qual se utilizou o Rev Man Web (RevMan Web. Version 4.25.0. Cochrane Collaboration, 2023. Accessed October 20, 2025. <https://revman.cochrane.org/>). Para desfechos categóricos dicotômicos, o tamanho do efeito foi expresso como *odds ratio* com seus respectivos intervalos de confiança de 95%. Para desfechos contínuos, o tamanho do efeito foi expresso como diferença média ponderada final pós-intervenção e seus respectivos intervalos de confiança de 95%. Desfechos que não puderam ser agrupados estatisticamente foram relatados em texto ou incluídos em tabelas, conforme apropriado.

Os testes padrão χ^2 e I^2 foram aplicados para avaliar a heterogeneidade entre os estudos incluídos. A interpretação do cálculo de inconsistência (I^2) foi realizada da seguinte forma: 0% a 30% representam ausência de heterogeneidade relevante; 30% a 40%, heterogeneidade moderada; 50% a 75%, heterogeneidade substancial; e 75% a 100%, heterogeneidade elevada. Devido às elevadas heterogeneidades encontradas, as metanálises foram feitas usando modelos com efeitos randômicos, com base nos princípios descritos por Tufanaru *et al.* (Tufanaru *et al.*, 2015) Gráficos de funil foram feitos para investigar a contribuição de cada estudo, para avaliar a robustez dos resultados e o risco de viés.

4.3.7 AVALIAÇÃO DO GRAU DE CERTEZA DAS EVIDÊNCIAS

A abordagem *Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation* (GRADE) foi utilizada para classificar a certeza da evidência. (Guyatt *et al.*, 2008). Foi elaborado um *Summary of Findings* por meio do software GRADEpro GDT 3.0, 2021 (McMaster University, ON, Canadá). O *Summary of Findings* apresentou, quando apropriado: risco absoluto para os grupos intervenção e controle, estimativas de risco relativo e uma classificação da qualidade da evidência baseada no risco de viés, na direcionalidade, na heterogeneidade, na precisão e no risco de viés de publicação dos resultados da revisão.

5. RESULTADOS

5.1 ESTUDO 1

Foram retornados 232 formulários de 148 hospitais diferentes. Devido às características próprias do estudo, não foi possível calcular a taxa de resposta representada por esses 232 formulários, que constituíram a amostra final do estudo. Os hospitais correspondentes às respostas representam de forma adequada as cinco regiões do Brasil: 54,7% eram da região sudeste, 18,9% da região nordeste, 14,2% da região sul, 8,1% da região centro-oeste e 4,1% da região norte.

As principais características dos profissionais respondedores, das UTIs e dos hospitais estão apresentadas na Tabela 1. Médicos e fisioterapeutas foram os respondedores mais frequentes. Em relação às UTIs, as mais frequentes foram as de internações clínicas e cirúrgicas e com 10 a 20 leitos. Os hospitais públicos representaram 45,3% da amostra, os privados 34,5% e os mistos 20,3%.

Tabela 1. Características dos profissionais respondedores e das respectivas UTIs e hospitais

| Características | Respostas (232 profissionais e 148 UTIs e hospitais) |
|--|---|
| Idade, anos, média (DP) | 42,3 (9,9) |
| Sexo, N (%) | |
| Masculino | 128 (55%) |
| Feminino | 104 (45%) |
| Profissão, N (%) | |
| Médicos | 125 (54%) |
| Fisioterapeutas | 92 (40%) |
| Enfermeiros | 15 (6%) |
| Cargo ocupado, N (%) | |
| Chefe de setor | 71 (48%) |
| Plantonista | 60 (40,5%) |
| Diarista | 17 (11,5%) |
| Natureza jurídica da instituição | |
| Público | 67 (45,3%) |
| Privado | 51 (34,5%) |
| Misto | 30 (20,3%) |
| Leitos hospitalares (148 hospitais), N (%) | |
| <100 | 49 (33%) |
| 100-300 | 65 (44%) |
| 300-600 | 20 (14%) |
| >600 | 14 (9%) |
| Leitos de UTI (148 UTIs), N (%) | |
| <10 | 22 (15%) |
| 10-20 | 84 (57%) |
| >20 | 42 (28%) |
| Tipo de UTI (148 UTIs), N (%) | |
| Clínica | 29 (20%) |
| Cirúrgica | 9 (6%) |
| Clínico-cirúrgica | 104 (70%) |
| Pediátrica | 2 (2%) |
| Neonatal | 4 (2%) |

DP: desvio-padrão, UTI: unidade de terapia intensiva

O equipamento para I-EM era disponível 20,9% das UTIs, sendo que era disponível em 25,3% das UTIs de hospitais públicos, em 23,5% das UTIs de hospitais privados e em 6,6% das UTIs de hospitais filantrópicos. Em 50% das UTIs em que a I-EM estava disponível, ela era utilizada regularmente (pelo menos 1 vez por semana).

A tabela 2 mostra os ajustes mais frequentes da I-EM, as suas indicações entre os pacientes intubados e não intubados, as complicações já experimentadas e as percebidas como potenciais e as barreiras para o uso da I-EM.

Tabela 2. Ajustes da I-EM, indicações, complicações e barreiras a seu uso

| Características | Respostas (N=232) | | |
|---|-------------------|----------------------|-----------------|
| Disponibilidade na UTI (148 UTIs) | 31 (20,9%) | | |
| Parâmetros I-EM (36 respostas) | | | |
| Pressão de insuflação, cmH ₂ O | 37,5 (30-40) | | |
| Pressão de exsuflação, cmH ₂ O | 35 (30-40) | | |
| Intervalo entre I-E, segundos | 2 (2-3) | | |
| Número de ciclos | 5 (4-5) | | |
| Indicações (36 respostas) | | | |
| Pacientes intubados | 29 (80,6%) | | |
| Com excesso de secreção | 29/29 (100%) | | |
| Com atelectasia | 10/29 (34,5%) | | |
| Durante o desmame | 25/29 (86,2%) | | |
| Pacientes extubados | 23 (64,5%) | | |
| Com excesso de secreção | 23/23 (100%) | | |
| Prevenir intubação | 6/23 (26,1%) | | |
| Prevenir falha de extubação | 7/23 (30,4%) | | |
| Complicações observadas (31 respostas) | | | |
| Hipoxemia | 6 (19,4%) | | |
| Hemoptise | 4 (12,9%) | | |
| Pneumotórax | 3 (9,7%) | | |
| Alterações hemodinâmicas | 4 (12,9%) | | |
| Distensão gástrica | 4 (12,9%) | | |
| Contraindicações (36 repostas) | | | |
| Pneumotórax | 30 (83,3%) | | |
| Pneumomediastino | 22 (61,1%) | | |
| Enfisema subcutâneo | 20 (55,6%) | | |
| Lesão pulmonar cística/cavidade | 1 (2,8%) | | |
| Hemoptise | 22 (61,1%) | | |
| Hipoxemia grave | 16 (44,4%) | | |
| Altos níveis de PEEP | 20 (55,6%) | | |
| Instabilidade hemodinâmica | 23 (63,9%) | | |
| Hipertensão intracraniana | 24 (66,7%) | | |
| Cirurgia esofágica recente | 26 (72,2%) | | |
| Cirurgia gástrica recente | 22 (61,1%) | | |
| Principais barreiras percebidas (121 respostas) | | | |
| Recursos inadequados | 44 (36,4%) | | |
| Falta de conhecimento | 63 (52,1%) | | |
| Falta de evidência científica | 14 (11,5%) | | |
| Barreiras segundo a profissão | Médicos (69) | Fisioterapeutas (43) | Enfermeiros (9) |
| Recursos inadequados | 14 (20%) | 23 (53%) | 3 (33%) |
| Falta de conhecimento | 43 (62%) | 14 (33%) | 5 (56%) |
| Falta de evidência científica | 8 (12%) | 1 (2%) | 1 (11%) |
| Outros | 4 (6%) | 5 (12%) | 0 (0%) |

5.2 ESTUDO 2

Durante o período do estudo, 567 pacientes foram admitidos na UTI-HU-UFJF, dos quais 210 (37%) foram submetidos a VM e foram avaliados para inclusão no estudo. Desses pacientes, 52 preencheram os critérios de inclusão, dos quais 31 foram excluídos, restando 21 pacientes na amostra final (Figura 1).

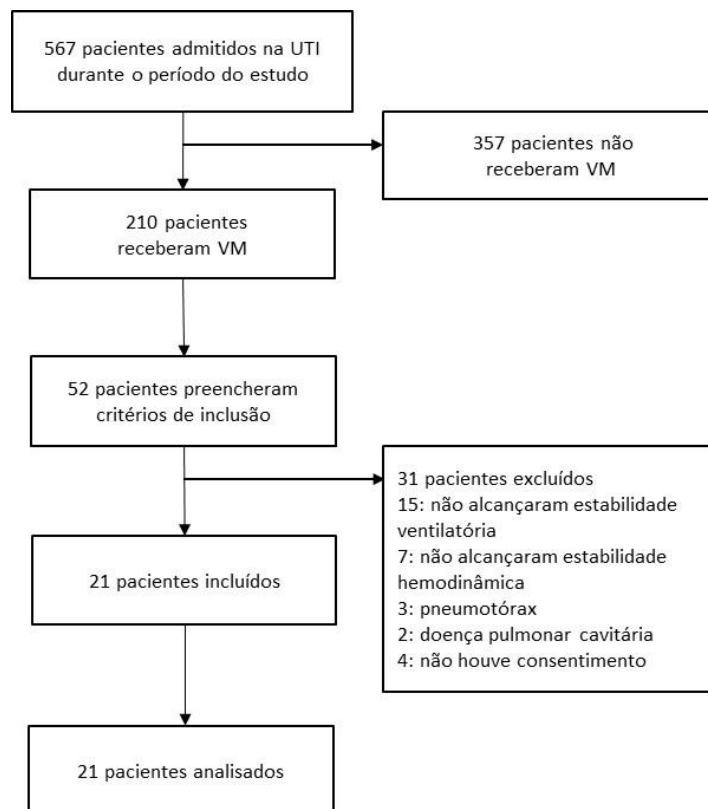


Figura 1. Fluxograma dos participantes do estudo

As características demográficas e clínicas dos pacientes na admissão na UTI e os parâmetros ventilatórios no momento de inclusão no estudo estão apresentados na Tabela 3. Os pacientes apresentavam idade média de 67,4 anos e a grande maioria eram homens (71,4%). Eles apresentavam-se graves na internação com SAPS-3 médio de 67,6 e SOFA médio de 6,1. Entretanto, no momento da randomização encontravam-se já estabilizados do ponto de vista respiratório, como demonstrado por níveis adequados das pressões aplicadas nas vias aérea, FiO_2 e $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ (Tabela 3).

Tabela 3. Características demográficas e clínicas dos pacientes na admissão na UTI e os parâmetros ventilatórios no momento de inclusão no estudo

| Características | N = 21 |
|--|------------------|
| Idade, anos, média \pm DP | 67,4 \pm 13,0 |
| Homem, No. (%) | 15 (71,4) |
| SAPS-III na admissão, média \pm DP | 67,6 \pm 11,4 |
| SOFA na admissão, média \pm DP | 6,1 \pm 2,7 |
| SOFA na randomização, média \pm DP | 5,33 \pm 2,59 |
| Charlson, média \pm DP | 4,33 \pm 2,27 |
| IMC, kg/m ² , média \pm DP | 22,6 \pm 3,72 |
| PBW, mL/kg, mediana (IIQ) | 61 (57,0-65,0) |
| Causa de admissão na UTI (%) | |
| Clínica | 19 (90,5) |
| Cirúrgica | 2 (9,5) |
| Ventilação mecânica | |
| FiO ₂ , mediana (IIQ) | 0,35 (0,30-0,40) |
| FR, irpm, média \pm DP | 18,30 \pm 2,74 |
| V _T /peso predito, ml/kg, média \pm DP | 7,30 \pm 1,96 |
| DP, cmH ₂ O, mediana (IIQ) | 9,5 (7,75-12,40) |
| P _{pico} , cmH ₂ O, média \pm DP | 19,9 \pm 4,76 |
| PEEP, cmH ₂ O, mediana (IIQ) | 5,0 (5,0-6,0) |
| C _{RS} , mL/cmH ₂ O, mediana (IIQ) | 41,9 (32,0-61,5) |
| R _{RS} , cmH ₂ O/L/s, média \pm DP | 8,0 (3,96) |
| Gasometria arterial | |
| pH, média \pm DP | 7,43 \pm 0,08 |
| PaO ₂ , mmHg, média \pm DP | 86,1 \pm 17,7 |
| PaO ₂ /FiO ₂ , média \pm DP | 256 \pm 84,7 |
| PaCO ₂ , mmHg, média \pm DP | 38 \pm 6,28 |
| Medicação | |
| Sedativo, No. (%) | 14 (66,7) |
| Antibiótico, No. (%) | 20 (95,2) |
| Droga vasoativa, No. (%) | 5 (23,8) |

CRS, complacência do sistema respiratório; DP, pressão de distensão (*driving pressure*); FR, frequência respiratória; IMC, índice de massa corporal; PaCO₂, pressão parcial arterial de dióxido de carbono; PaO₂/FiO₂, relação entre a pressão parcial arterial de oxigênio e a fração inspirada de oxigênio; PBW, peso corporal predito (*predict body weight*); PEEP, pressão positiva no final da expiração; P_{pico}, pressão de pico da via aérea; SAPS-III, *Simplified Acute Physiology*; SOFA, *Sequential Organ Failure Assessment*; V_T, volume corrente.

A mediana do número de aspiração traqueal ao longo de 12 horas a partir do primeiro atendimento foi de 2 aspirações (IIQ de 2-3) com o tratamento com I-EM vs. mediana de 3 aspirações (IIQ de 3-4) no controle, ($p = 0,06$) (Figura 2).

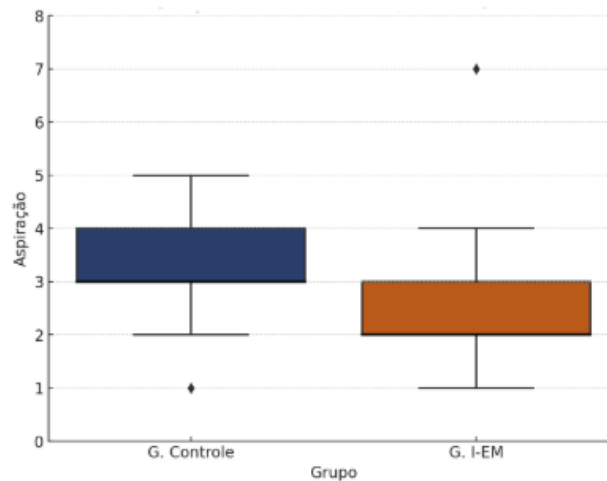


Figura 2. Box-plot do número de aspirações traqueais em 12 horas com o tratamento com I-EM (laranja) e com controle (azul).
Comparação entre os grupos por Mann-Whitney, com $p = 0,06$

Não houve variação estatisticamente significativa na PaO_2 e na PaCO_2 , assim como não houve diferenças de comportamento dessas variáveis entre os dois grupos. A $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ aumentou nos dois grupos após 8 horas ($p = 0,04$) e este aumento foi maior no grupo I-EM, embora sem alcançar significância estatística ($p = 0,16$) (Figura 3).

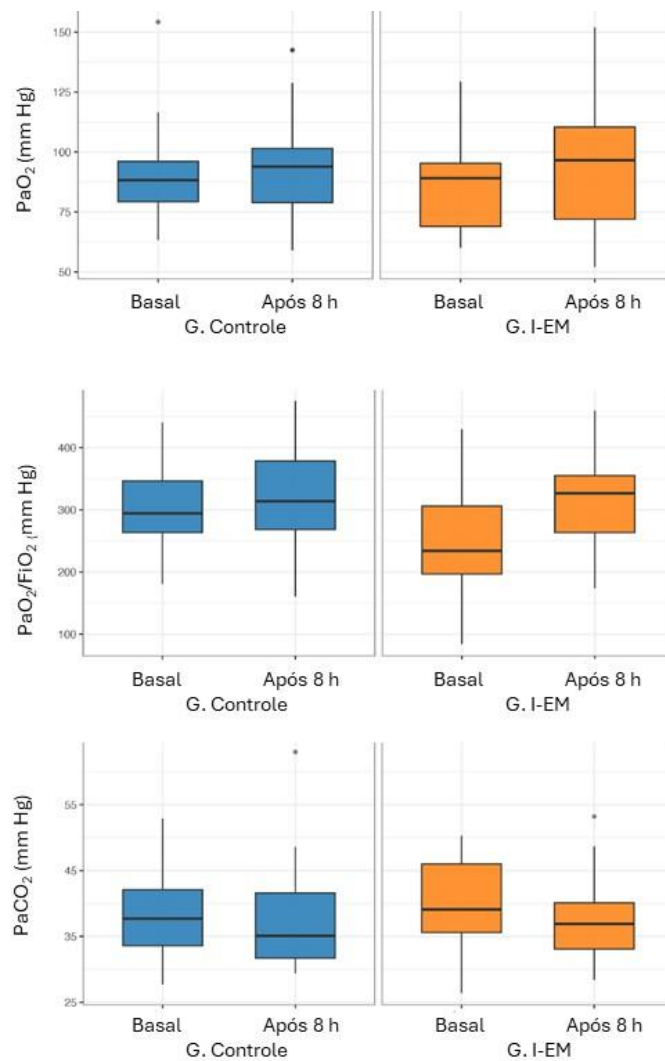


Figura 3. Box-plots da PaO₂ (superior), PaO₂/FiO₂ (médio) e PaCO₂ (inferior), obtidas no tempo basal e após 8 horas do tratamento com I-EM (laranja) ou controle (azul). As comparações foram feitas com ANOVA de dois fatores (grupo e tempo). Os seguintes valores de p foram encontrados:

PaO₂: Grupo, $p = 0,53$; Tempo $p = 0,23$; Interação Grupo x Tempo $p = 0,58$

PaO₂/FiO₂: Grupo, $p = 0,20$; Tempo $p = 0,04$; Interação Grupo x Tempo $p = 0,16$

PaCO₂: Grupo, $p = 0,78$; Tempo $p = 0,59$; Interação Grupo x Tempo $p = 0,78$

Observou-se comportamento diferente da R_{SR} entre os grupos ao longo do tempo. Após 30 e 120 minutos da intervenção ou tratamento padrão, a R_{SR} estava estatisticamente menor no grupo I-EM.

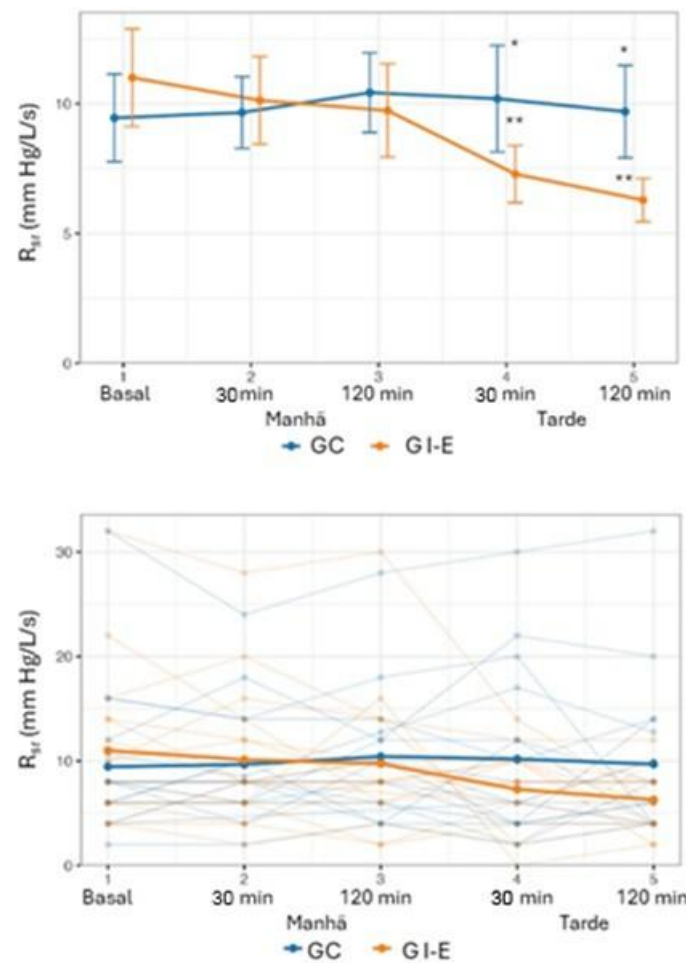


Figura 4. O gráfico superior mostra as médias estimadas da R_{sr} com seus erros-padrão em tempos consecutivos, nos grupos controle (azul) e I-EM (laranja). Os tempos são 30 e 120 minutos após intervenção ou controle pela manhã e 30 e 120 minutos após intervenção ou controle pela tarde. O gráfico inferior mostra os valores da R_{sr} de cada paciente nas linhas mais finas, enquanto as linhas mais grossas mostram as médias estimadas de cada grupo. Após 30 e 120 minutos da intervenção ou controle no período da tarde, a R_{sr} diferente em relação ao basal (* $p = 0,002$ e $p = 0,001$, respectivamente), com comportamento diferente entre os grupos (** $p = 0,02$ e $p = 0,006$ para interação grupo vs. tempo, nos respectivos tempos)

Observou-se comportamento diferente da C_{SR} entre os grupos ao longo do tempo. Após 120 minutos da intervenção ou tratamento padrão, a C_{SR} estava estatisticamente maior no grupo I-EM.

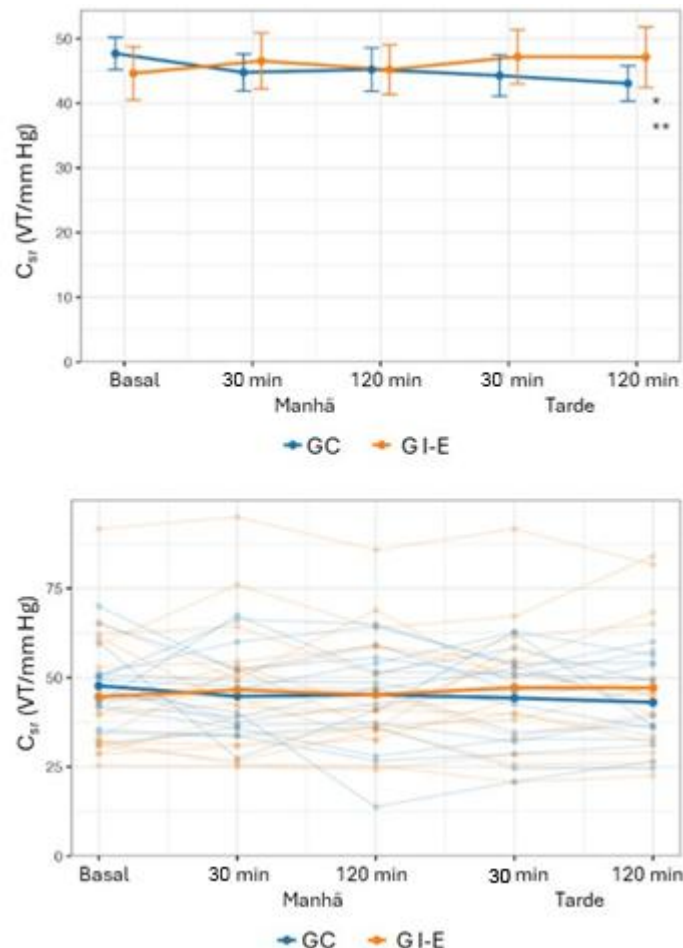


Figura 5. O gráfico superior mostra as médias estimadas da C_{SR} com seus erros-padrão em tempos consecutivos, nos grupos controle (azul) e I-EM (laranja). Os tempos são 30 e 120 minutos após intervenção ou controle pela manhã e 30 e 120 minutos após intervenção ou controle pela tarde. O gráfico inferior mostra os valores da C_{SR} de cada paciente nas linhas mais finas, enquanto as linhas mais grossas mostram as médias estimadas de cada grupo. Após de 120 minutos da intervenção ou controle no período da tarde, a C_{SR} estava diferente em relação ao basal (* $p = 0,02$), com comportamento diferente entre os grupos (** $p = 0,018$ para interação grupo vs. tempo)

Para avaliar se houve carregamento do efeito da intervenção aplicada no D1 para o D2, avaliamos os grupos separadamente nos dois dias e construímos um modelo linear para avaliar o comportamento das medidas de R_{SR} e C_{SR} (Figura 6).

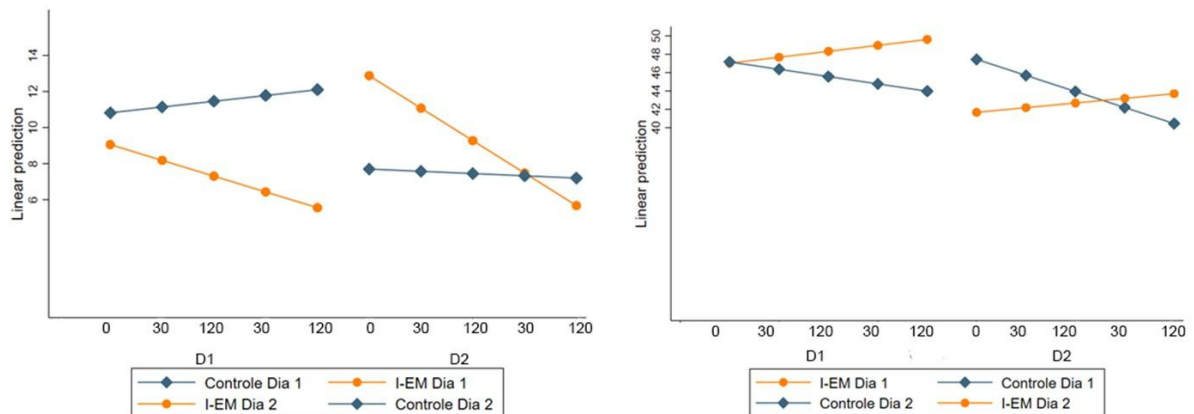


Figura 6. Modelos lineares para avaliar o comportamento dos dois grupos (I-EM e controle) sobre a R_{SR} (esquerda) e sobre a C_{SR} (direita), nos dias separadamente. A análise visual dos gráficos mostra que para R_{SR} e C_{SR} houve carregamento de efeito para o dia 2. O grupo que recebeu I-EM no D1 inicia o D2 com valores maiores de C_{SR} e menores de R_{SR} . Mas ao longo do dia, persiste o comportamento de aumento da C_{SR} e redução da R_{SR} no grupo I-EM em comparação com o controle.

A Tabela 4 mostra a evolução dos pacientes durante a internação e os eventos adversos que ocorreram durante a aplicação da I-EM. Esses eventos foram transitórios e nenhuma manobra teve que ser interrompida.

Tabela 4. Evolução dos pacientes e eventos adversos presentes durante a aplicação da I-EM

| Eventos | N = 21 |
|---|----------------|
| Mortalidade na UTI, No (%) | 7 (33,3%) |
| Mortalidade hospitalar, No (%) | 11 (52,4%) |
| Dias de VM, mediana (IIQ) | 28 (19 – 49,5) |
| Dias de internação na UTI, mediana (IIQ) | 30 (21 – 40) |
| Dias de internação hospitalar, mediana (IIQ) | 55 (28 – 95,5) |
| Eventos adversos | N = 42 |
| Dessaturação, No (%) | 2 (4,7%) |
| Hipertensão, No (%) | 1 (2,3%) |
| Bradicardia, No (%) | 1 (2,3%) |
| Taquicardia, No (%) | 0 |
| Barotrauma, No (%) | 0 |
| Hemoptise, No (%) | 0 |
| Extubação acidental, No (%) | 0 |
| Necessidade de aumento de sedação/curarização, No (%) | 0 |

5.3 ESTUDO 3

5.3.1 IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Foram identificados, a partir das estratégias de busca, 4644 estudos, dos quais 1567 foram excluídos por serem duplicados. Após avaliação pelos títulos e resumos, outros 3049 estudos foram excluídos por não pertencerem ao escopo da revisão sistemática. Dos 28 estudos selecionados, 26 foram obtidos para leitura completa e 22 foram excluídos por não preencherem os critérios de inclusão. Ao final, quatro estudos, que totalizaram 292 pacientes, foram incluídos na revisão e na metanálise. A Figura 7 descreve o processo de seleção dos estudos.

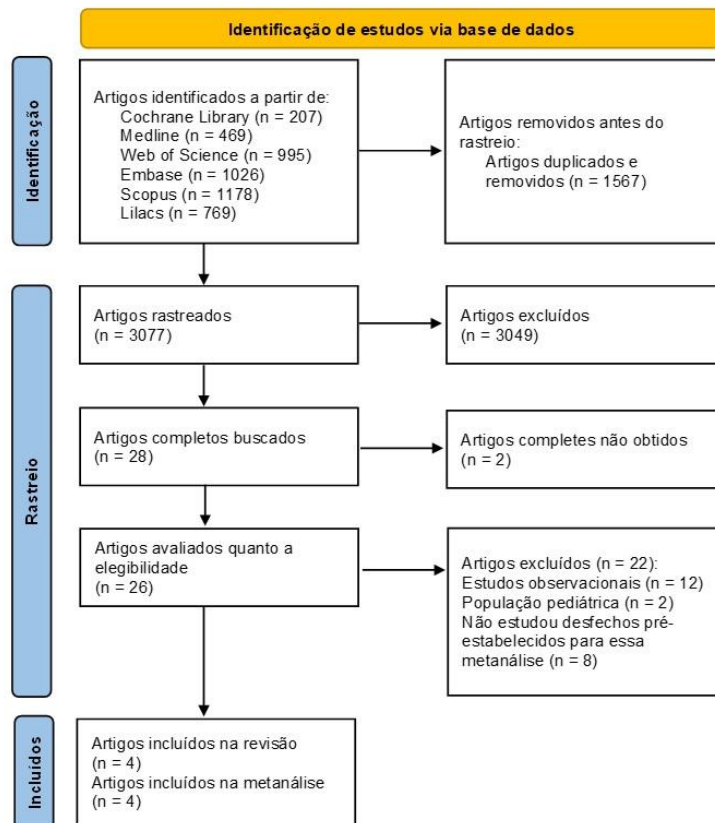


Figura 7. Fluxograma do processo de identificação e seleção dos estudos

5.3.2 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS

A Tabela 5 resume as principais características dos estudos incluídos, todos ensaios clínicos randomizados que foram conduzidos e publicados entre 2007 e 2024. Um total de 292 pacientes foram incluídos, sendo que 148 receberam I-EM e 144 foram alocados para os grupos controle. Em dois estudos a I-EM foi iniciada imediatamente antes da extubação e mantida dentro das primeiras 48 horas após a extubação, em um estudo ela foi aplicada durante todo o período de desmame que foi conduzido em pacientes traqueostomizados e em outro estudo ela foi aplicada durante todo o tempo de suporte ventilatório invasivo, incluindo o desmame, até a extubação.

Tabela 5. Principais características dos estudos incluídos

| Estudo Ano | Desenho estudo | N (I-EM / controle) | Pacientes incluídos | Intervenção | Controle | Desfecho primário |
|-------------------|-------------------|------------------------|---|---|---|--|
| Gonçalves 2012 | ER | 75 (35 / 40) | >18 anos, em VM >48 horas, que passaram em TRE e foram extubados | I-EM imediatamente antes da extubação e de 8/8 horas após extubação, por 48 horas. VNI poderia ser aplicada conforme indicação clínica | Cuidados habituais após extubação. VNI poderia ser aplicada conforme indicação clínica | Reintubação dentro de 48 horas após extubação |
| Wibart 2022 | ECR | 122 (61 / 61) | >18 anos, em VM >48 horas, com fraqueza muscular (escala MRC \leq 48), que foram extubados | I-EM de 12/12 horas após extubação, por 48 horas. Posteriormente, I-EM 1 vez/dia até MRC>48, PFT >270 L/min, alta da UTI ou 28 dias VNI poderia ser aplicada conforme indicação clínica | Cuidados habituais após extubação. VNI poderia ser aplicada conforme indicação clínica | Ocorrência de IRpA dentro de 48 horas após extubação |
| Kubota 2024 | ECR | 48 (27 / 21) | >18 anos, em VM >24 horas, com necessidade de aspiração traqueal a cada hora | I-EM cada vez que a aspiração traqueal fosse necessária, até a extubação | Cuidados habituais durante a VM e desmame | Número de dias vivo e fora da VM em 28 dias |
| Netto 2025 | ECR | 47 (25 / 22) | >18 anos, traqueostomizados e em VM >14 dias, com critérios para iniciar desmame | I-EM de 12/12 horas durante o período de desmame em traqueostomia (7 dias) | Cuidados habituais de desmame da VM | Taxa de sucesso de desmame |

ECR: ensaio clínico randomizado; I-EM: insuflação-exsuflação mecânica; IRpA: insuficiência respiratória aguda; MRC: *medical research council*; PFT: pico de fluxo da tosse; TRE: teste de respiração espontânea; UTI: unidade de terapia intensiva; VM: ventilação mecânica; VNI: ventilação não invasiva

5.3.3 AVALIAÇÃO DO RISCO DE VIÉS DOS ESTUDOS

O risco de viés de cada estudo incluído, avaliado pela “*Cochrane Risk-of-Bias Tool for Randomized Trials (RoB 2)*” está apresentado na Figura 8. Nessa análise, dois estudos foram classificados como de alto risco de viés e dois em que há considerações sobre a possibilidade de risco de viés.

Figura 8. Risco de viés dos estudos incluídos

| Estudo | Domínio 1 | Domínio 2 | Domínio 3 | Domínio 4 | Domínio 5 | Global |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Gonçalves, 2012 | Baixo risco | Baixo risco | Baixo risco | Alto risco | Algumas considerações | Alto risco |
| Wibart, 2022 | Baixo risco | Alto risco | Baixo risco | Algumas considerações | Algumas considerações | Alto risco |
| Kubota, 2024 | Baixo risco | Baixo risco | Baixo risco | Algumas considerações | Algumas considerações | Algumas considerações |
| Netto, 2025 | Baixo risco | Baixo risco | Baixo risco | Algumas considerações | Algumas considerações | Algumas considerações |

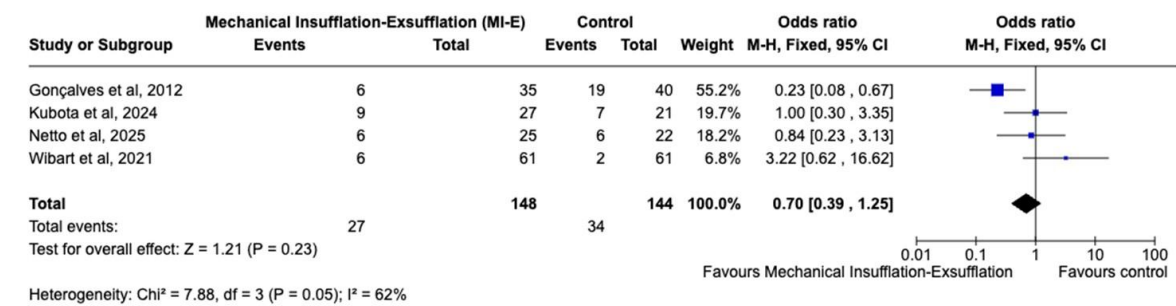
Domínio 1: Viés no processo de randomização; Domínio 2: Viés devido a desvio nas intervenções previstas; Domínio 3: Viés por perdas de dados de desfechos; Domínio 4: Viés nas medidas dos desfechos; Domínio 5: Viés na seleção dos resultados reportados.

5.3.4 ANÁLISE DOS DESFECHOS

Falha do desmame

Quatro estudos que incluíram um total de 292 pacientes avaliaram as taxas de falha de desmame. Em dois estudos, essa falha foi definida como reintubação dentro de 48 horas (Gonçalves *et al.*, 2012; Wibart *et al.*, 2023), em um estudo foi definida como extubação seguida de reintubação, falha de extubação ou óbito dentro de 28 dias (Kubota *et al.*, 2024), em um estudo como impossibilidade de pacientes traqueostomizados de saírem da VM dentro de um período de 30 dias desde o início do desmame (Netto *et al.*, 2025). Os resultados mostram taxas similares de falha de extubação entre os pacientes que receberam I-EM e os do grupo controle, com odds ratio de 0,70 (IC-95% entre 0,39 e 1,25; p = 0,23, I² = 62%) (Figura 8).

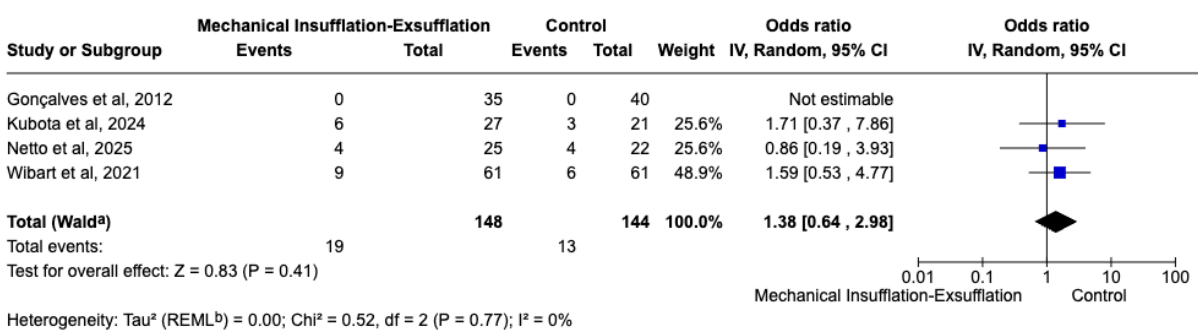
Figura 9. Metanálise comparando I-EM e controle na taxa de falha de desmame



Mortalidade

A mortalidade foi avaliada em diferentes momentos nos quatro estudos: em 28 dias em dois estudos (Wibart *et al.*, 2023; Kubota *et al.*, 2024), durante a internação na UTI em outro (Netto *et al.*, 2025) e em 48 horas em outro (Gonçalves *et al.*, 2012). Não houve diferença estatisticamente significante na mortalidade entre os grupos, com odds ratio de 1,38 (IC-95% entre 0,64 e 2,98; p = 0,41, I² = 0%) (Figura 9).

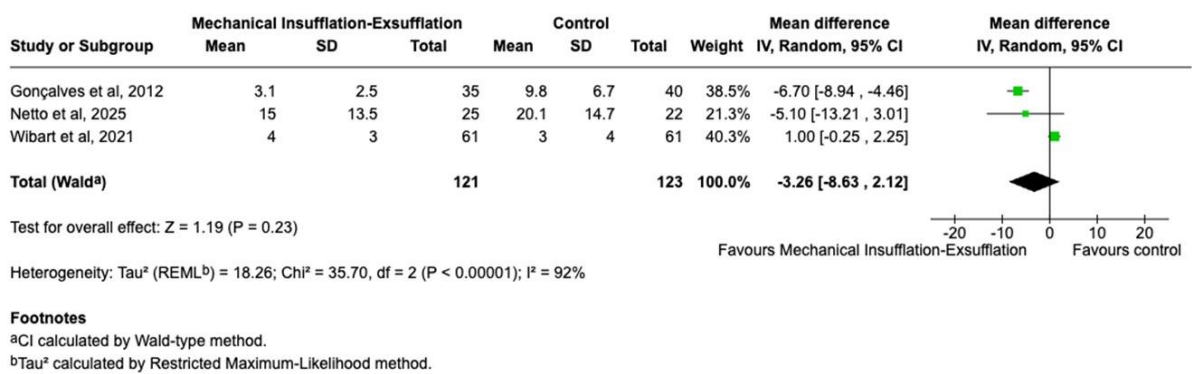
Figura 10. Metanálise comparando I-EM e controle na taxa de mortalidade



Duração da internação na UTI

Três estudos avaliaram a duração da internação na UTI (Gonçalves *et al.*, 2012; Wibart *et al.*, 2023; Netto *et al.*, 2025) e não houve diferença entre os grupos em relação a esse desfecho (diferença média em dias de -3,26 [IC-95% de -8,63 a 2,12 dias, $p = 0,23$, $I^2=92\%$]) (Figura 10).

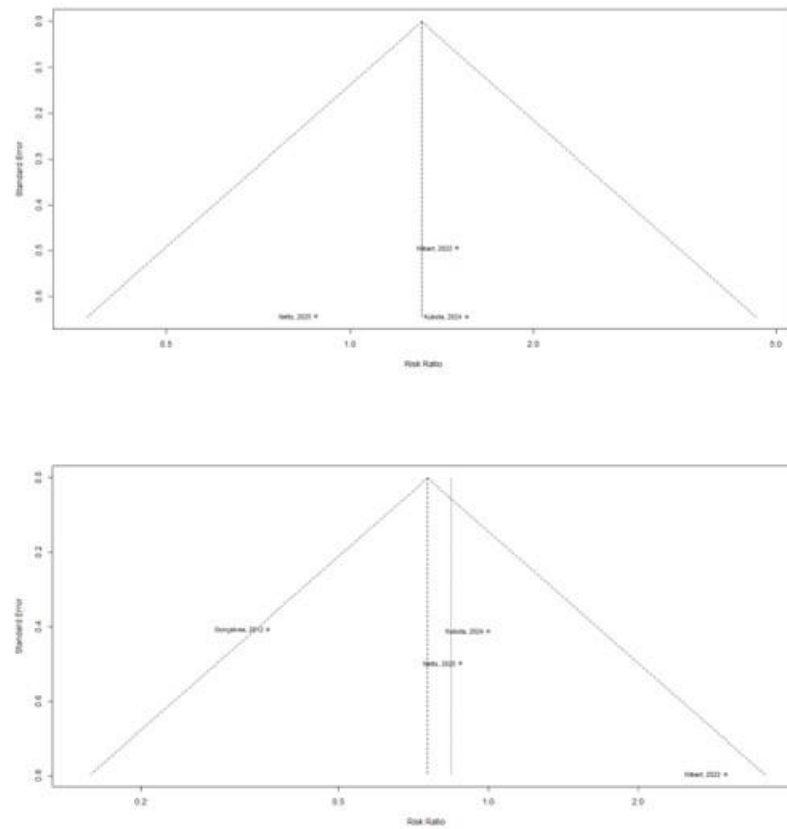
Figura 11. Metanálise comparando I-EM e controle em relação à duração da internação na UTI



A visualização do gráfico de funil mostra assimetria nos dados para falha de desmame e mortalidade, o que indica um possível efeito de estudos pequenos ou viés de publicação (Figura 11).

A aplicação do GRADE mostra que os graus de certeza das evidências encontradas são muito baixos (Figura 12).

Figura 12. Gráfico de funil para os desfechos falha de desmame e mortalidade



Superior: falha de desmame; Inferior: mortalidade

Figura 13. Classificação das recomendações, avaliação, desenvolvimento e avaliações (GRADE)

| Avaliação de certeza | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|
| Nº de estudos | Desenho do estudo | Risco de viés | Inconsistência | Indireção | Imprecisão | Outras considerações |
| Taxa de falha de desmame | | | | | | |
| 4 | Estudos randomizados | Alto ^a | Alta ^b | Alta ^c | Baixa | Viés de publicação fortemente suspeito ^d |
| Mortalidade | | | | | | |
| 4 | Estudos randomizados | Alto ^a | Baixa | Alta ^c | Alto ^e | Viés de publicação fortemente suspeito ^d |
| Tempo de permanência na UTI | | | | | | |
| 3 | Estudos randomizados | Alto ^a | Alta ^f | Alta ^c | Alto ^e | Nenhuma |

| Nº de pacientes | | Efeitos | |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|--|
| I-EM | Controle | Relativo 95% (CI) | Absoluto 95% (CI) |
| Taxa de falha de desmame | | | |
| 27/148 (18,2%) | 34/144 (23.6%) | OR 0.70 (0.39 to 1.25) | |
| Mortalidade | | | |
| 19/148 (12.8%) | 13/144 (9.0%) | OR 1.38 (0.64 to 2.98) | |
| Tempo de permanência na UTI | | | |
| 121 | 123 | | MD 3.26 dias a menos (8.63 a menos para 2.12 a mais) |

| Certeza | Importância |
|--|-------------|
| Taxa de falha de desmame | |
| ⊕○○○ Muito baixo ^{a,b,c,d} | Importante |
| Mortalidade | |
| ⊕○○○ Muito baixo ^{a,c,d,e} | Crítico |
| Tempo de permanência na UTI | |
| ⊕○○○ Muito baixo ^{a,c,e,f} | Importante |

IC: intervalo de confiança; DM: diferença média; OR: razão de chances (*odds ratio*)

Legendas:

- Todos os estudos incluídos foram classificados como “alto risco” ou “algumas preocupações” pela ferramenta de avaliação ROB-2.
- Teste $I^2 > 50\%$.
- Foram observadas pequenas diferenças entre os estudos em dois aspectos principais: populações de pacientes e definições de frequência da intervenção. Especificamente, *Wibart et al.* focaram em pacientes com fraqueza adquirida na unidade de terapia intensiva (ICUAW), enquanto *Pinheiro et al.* estudaram pacientes traqueostomizados. Os protocolos de tratamento também variaram, indo desde frequências programadas de duas a três sessões diárias até uma abordagem baseada na necessidade, com até dez aplicações por evento de aspiração.
- Visualmente, o gráfico de funil sugeriu uma leve assimetria nos dados tanto para mortalidade quanto para falha no desmame, o que indica um possível efeito de estudos pequenos ou viés de publicação.
- Intervalo de confiança amplo.
- Teste $I^2 > 90\%$.

6. DISCUSSÃO

6.1 ESTUDO 1

Nosso estudo apresentou uma baixa taxa de resposta (232 respondedores de 148 hospitais diferentes), a qual não pode ser precisada pelo tipo de recrutamento utilizado, no qual os participantes poderiam enviar o formulário para ser respondido por outros profissionais (recrutamento em bola de neve) impossibilitando conhecer o denominador. O maior número de respostas veio de médicos e fisioterapeutas, com pouca participação de enfermeiros, o que reflete as características das UTIs brasileiras, nas quais a assistência ventilatória é habitualmente feita por médicos e fisioterapeutas.

Uma minoria das UTIs brasileiras dispõe de dispositivo para aplicação de I-EM, independentemente de serem de hospitais públicos ou privados. O emprego da I-EM nas UTIs ainda é heterogêneo entre diferentes países, como têm demonstrado diferentes estudos. Uma enquete no Reino Unido, por exemplo, mostrou que 98% das UTIs dispunham do dispositivo (Swingwood, Tume, Cramp, 2020), enquanto outra canadense mostrou emprego da I-EM em 64% das UTIs avaliadas. (Rose *et al.*, 2016) Já um estudo holandês encontrou uma realidade semelhante à nossa. Embora não tenham estudado especificamente a disponibilidade do equipamento, os autores identificaram que apenas 21% das UTIs avaliadas utilizavam a I-EM em seus pacientes internados. (Stilma *et al.*, 2021)

Entre os respondedores que utilizam a I-EM, os ajustes empregados estão em linha com os descritos na literatura. Esses ajustes são relativamente simples e incluem basicamente os níveis de pressão e tempos empregados nas fases de insuflação e exsuflação, mostrando que não há complexidade no emprego do método. (Swingwood *et al.*, 2022)

Pontos importantes para a implementação da I-EM no ambiente de UTI são os conhecimentos de suas indicações, contraindicações e complicações. Observamos que nas UTIs brasileiras a I-EM é indicada tanto em pacientes já em VM, quanto em pacientes extubados, o que difere das experiências relatadas em outros países. Nas UTIs do Canadá e no Reino Unido, a I-EM é usada preferencialmente em pacientes extubados. (Rose *et al.*, 2016; Stilma *et al.*, 2021) Em outro estudo, que traçou o uso

da I-EM em UTIs de diferentes países da Europa, os autores identificaram que seu emprego entre pacientes intubados é menos frequente e muito associado ao uso prévio, em domicílio, desse tratamento. (Stilma *et al.*, 2023) Uma das possibilidades para explicar as diferenças encontradas entre os nossos achados e os relatados em outros países são as características da população admitida em nossas UTIs. No Brasil, temos uma maior proporção de pacientes que permanecem por mais tempo em VM, com maior risco de desenvolverem fraqueza muscular e disfagia, fatores associados a dificuldade de manejo de secreção respiratória, que se constitui em oportunidade para o emprego da I-EM. (Azevedo *et al.*, 2013)

Especificamente em relação às condições clínicas que indicam o emprego da I-EM nas UTIs, nossos achados estão em linha com os descritos na literatura e relacionam-se com a dificuldade de manejo de secreção respiratória. (Swingwood *et al.*, 2022) Entre essas indicações, destacamos a possibilidade do emprego da I-EM durante o desmame da VM, relatada em 86,2% das respostas de nossa enquete, ou para evitar a falha da extubação, relatada em 30,4% das respostas. Essas são indicações que vêm sendo estudadas por meio de ensaios clínicos randomizados, incluindo um realizado por nosso grupo, mas cujo impacto clínico ainda não está bem estabelecido (Gonçalves *et al.*, 2012; Wibart *et al.*, 2022; Kubota *et al.*, 2024; Netto *et al.*, 2025), como discutiremos mais detalhadamente com os resultados de nossa metanálise.

Em relação às contraindicações da aplicação de I-EM, as respostas à nossa enquete estão em concordância com as recomendações dos fabricantes e com as evidências na literatura. (Willis, 2022; Chatwin, Simonds, 2020) As principais contraindicações referidas foram aquelas associadas aos riscos de se aplicar altas pressões nas vias aéreas, como a presença de pneumotórax ou pneumomediastino, a presença de instabilidade hemodinâmica ou respiratória, ou a presença de hemoptise. Essas mesmas contraindicações foram encontradas nas enquetes em outros países. (Rose *et al.*, 2016; Swingwood *et al.*, 2020; Stilma *et al.*, 2021)

Nossa pesquisa avaliou também as complicações já experimentadas pelos respondedores e os resultados também vieram em linha com os apresentados na literatura, sendo as mais frequentemente relatadas a hipoxemia, alterações hemodinâmicas, hemoptise e distensão gástrica. (Swingwood *et al.*, 2022) A I-EM tem se mostrado uma intervenção segura em pacientes em UTI e na maioria das vezes as

complicações são leves e transitórias. (De Camillis *et al.*; Coutinho *et al.*, 2018) Mais recentemente, em um estudo conduzido em pacientes em VM, no qual a I-EM foi comparada com outras estratégias para facilitar a remoção de secreção das vias aéreas, seu emprego mostrou-se seguro, com eventos adversos sendo transitórios e ocorrendo em frequência similar à observada com a aspiração traqueal convencional. Dessaturação foi observada em 6,7% dos pacientes, enquanto eventos adversos hemodinâmicos (hipotensão, hipertensão ou taquicardia) ocorreram em 20%. Todos os eventos adversos resolveram-se espontaneamente dentro de uma hora, sem necessidade de interrupção de sessões subsequentes. (Sánchez-García *et al.*, 2024) Em estudos prospectivos, em que a I-EM foi comparada a cuidados habituais de aspiração traqueal, ela também se mostrou segura e não houve necessidade de interrupção das seções programadas. (Kubota *et al.*, 2024)

As barreiras ao emprego da I-EM citadas pelos respondedores de nossa enquete foram basicamente as mesmas encontradas nos estudos conduzidos no Canadá, Reino Unido e Holanda: a falta de conhecimento da técnica, a falta de recursos e a falta de evidências científicas que justifiquem seu emprego. (Rose *et al.*, 2016; Swingwood *et al.*, 2020; Stilma *et al.*, 2021). Em relação à falta de conhecimento acerca da utilização da I-EM, medidas educacionais podem ser empregadas com bons resultados. Por exemplo, Lambrinos e colaboradores demonstraram que um curso que revisava aspectos teóricos e práticos sobre os componentes da prescrição e aplicação da I-EM aumentou a competência e a confiança entre fisioterapeutas sem experiência clínica prévia em relação a seu emprego. (Lambrinos *et al.*, 2023)

Já em relação às evidências científicas que embasam a adoção da I-EM em pacientes criticamente enfermos, elas são escassas e com estudos com resultados conflitantes. Uma metanálise publicada em 2023 identificou cinco ensaios clínicos randomizados que avaliaram a efetividade da I-EM em pacientes em VM, em comparação com cuidados habituais, e demonstrou que sua aplicação aumenta a quantidade de secreção removida das vias aéreas. (Giulia *et al.*, 2023) Entre os cinco estudos identificados, entretanto, apenas dois avaliaram desfechos de maior relevância clínica, como falência de extubação. Em um desses estudos, Gonçalves e colaboradores demonstraram que a adição da I-EM, iniciada imediatamente após a extubação e mantida por 48 horas após esse procedimento, reduziu as taxas de reintubação e a duração da internação na UTI, em comparação com o grupo controle

que não recebeu I-EM. (Gonçalves *et al.*, 2012) Por outro lado, Wibart e colaboradores não encontraram benefícios com o emprego da I-EM após a extubação de pacientes que apresentavam FAUTI, diagnosticada por pontuações mais baixas no escore MRC de força muscular, em comparação com o tratamento fisioterápico habitual. Os autores não encontraram diferenças entre os grupos em relação à ocorrência de insuficiência respiratória após extubação, necessidade de reintubação, duração da internação na UTI ou mortalidade. Em função dessa lacuna no conhecimento, nosso grupo também conduziu um ensaio clínico randomizado para avaliar o papel da I-EM no desmame e atualizou a revisão da literatura sobre o assunto, como mostraremos adiante.

Nosso estudo apresenta limitações importantes, que devem ser consideradas na interpretação de nossos resultados. Como as estruturas organizacionais das terapias intensivas variam entre diferentes países, nossos resultados não podem ser extrapolados para outros países. Mesmo dentro do Brasil, a extrapolação dos resultados para as diferentes regiões geográficas é limitada, visto que a maior parte dos respondedores são da região sudeste, com pouca representatividade das demais regiões na amostra final. As respostas foram basicamente de médicos e fisioterapeutas, com pouca participação de enfermeiros, o que pode representar um menor envolvimento desses profissionais na indicação e aplicação da I-EM nas UTIs. Como todo estudo de *enquete (survey)*, existe a possibilidade de viés de resposta, pelo qual há maior probabilidade de obtermos respostas de pessoas mais envolvidas e interessadas no tema, fazendo com que o resultado da *enquete* possa não refletir o que ocorre na prática diária. Além disso, as respostas foram individuais e podem representar mais a percepção daquele profissional do que a prática real na UTI. (Belzak, Lockwood, 2024)

6.2 ESTUDO 2

Neste ensaio clínico randomizado, cruzado, realizado em um único centro com pacientes adultos internados em uma UTI, sob VM e com hipersecreção respiratória, o uso de um dispositivo de I-EM nos atendimentos não diminuiu a necessidade de aspiração traqueal em comparação com a fisioterapia habitual realizada de forma isolada.

O suporte ventilatório se faz necessário em pacientes com insuficiência respiratória aguda para permitir o repouso e reduzir o trabalho respiratório até que a condição aguda seja resolvida. A mobilização e a remoção das secreções respiratórias têm papel importante na melhora da higiene brônquica e das trocas gasosas, otimizando a mecânica respiratória de pacientes em VM. (Nakagawa *et al.*, 2005; Moreira *et al.*, 2015) Além disso, a falta de remoção adequada do muco das vias aéreas está associada a um maior risco de eventos adversos, como pneumonia associada à VM e falha na extubação. (Isakow *et al.*, 2006; Rello *et al.*, 2001; Salam *et al.*, 2004)

A tosse é o principal componente da higiene das vias aéreas e a sua eficácia está relacionada ao PFT. Melhorar a eficácia da tosse com equipamentos mecânicos que aumentam o PFT, como a I-EM, pode ser uma alternativa em diferentes condições clínicas, entre elas pacientes em VM que apresentam dificuldade de eliminação de secreção com necessidade de aspirações traqueais frequentes (Chatwin *et al.*, 2003). O benefício da aplicação da I-EM foi demonstrado por De Camillis e colaboradores, por exemplo, que observaram, em pacientes em VM, um maior volume de secreção removida após o uso da I-EM em comparação à fisioterapia habitual. (De Camillis *et al.*, 2018). Outro estudo semelhante, randomizado e cruzado, envolvendo 16 pacientes hipersecretivos em VM, também mostrou maior volume de secreção aspirada quando níveis elevados de pressões com I-EM (-50/+50 cmH₂O) foram aplicados (Nunes *et al.*, 2019). Por outro lado, em outro estudo brasileiro que comparou o volume de secreção aspirada após a aplicação de I-EM com aquele obtido por aspiração traqueal convencional, Coutinho e colaboradores não observaram diferenças significativas (Coutinho *et al.*, 2018). Nós optamos por avaliar o impacto da aplicação da I-EM sobre o número de aspirações necessárias, o que acreditamos ter maior relevância clínica para o paciente. Embora não tenhamos observado diferença

estatisticamente significativa, o número absoluto de aspirações no grupo que recebeu o tratamento foi menor que o controle (mediana de 3 vs. 2 aspirações em 12 horas, com $p = 0,06$).

Os mesmos estudos que avaliaram o impacto da I-EM sobre o volume de secreção respiratória aspirada também relataram seu impacto positivo sobre a mecânica respiratória. No estudo de De Camillis e colaboradores (2018), o tratamento com I-EM resultou em melhora da C_{SR} , enquanto no de Nunes e colaboradores (2019), a I-EM melhorou tanto a C_{SR} quanto a R_{SR} . Da mesma forma, em nosso estudo, no período de aplicação da I-EM, observamos aumento da C_{SR} e redução da R_{SR} . A melhora da R_{SR} é mais esperada, visto que a hipersecreção nas vias aéreas está associada a seu aumento. Já a melhora da C_{SR} , atribuímos à remoção de secreção de pequenas vias aéreas, que podem obstruí-las de forma completa e reduzir a área pulmonar disponível para ventilação. Trata-se apenas de uma hipótese, visto que esse eventual benefício da I-EM necessitaria de avaliações de imagem para ser comprovado.

Também avaliamos o impacto da I-EM sobre as trocas gasosas e não observamos diferenças entre os períodos de intervenção e controle nas evoluções da PaO_2 , PaO_2/FiO_2 e $PaCO_2$. Acreditamos que, quando os pacientes do nosso estudo foram randomizados, eles já se encontravam estáveis em relação às trocas gasosas, não havendo margem para melhoras significativas.

Apesar de termos observado alguns episódios de alterações respiratórias e hemodinâmicas durante o tratamento com I-EM, eles foram leves e transitórios e todas as intervenções propostas puderam ser realizadas e nenhuma foi interrompida. Esse mesmo comportamento tem sido relatado em outros estudos e a I-EM tem sido considerada uma intervenção segura (Sánchez-Garcia *et al.*, 2018; Swingwood *et al.*, 2022). Porém, além da necessidade de monitorização dos parâmetros hemodinâmicos respiratórios durante sua execução, deve-se estar atento para as contraindicações à sua aplicação, como, por exemplo, a presença de pneumotórax ou pneumomediastino não drenados, hemoptise, instabilidades hemodinâmica ou respiratória. Pacientes sob risco de colapso pulmonar, como na síndrome do desconforto respiratório agudo, obesidade grau III ou com grandes distensões abdominais, também podem apresentar piora clínica com a I-EM, em função da

necessidade de desconexão do ventilador e pela pressão negativa aplicada na fase de exsuflação. (Homnick *et al.*, 2007)

Nosso estudo apresenta limitações importantes e que devem ser consideradas na interpretação de seus resultados. 1. O número de pacientes avaliados foi pequeno, o que limita a identificação de diferenças entre os grupos. 2. Trata-se de um estudo unicêntrico, o que dificulta a extrapolação para UTIs com características diferentes em relação à população de pacientes e particularidades na assistência a eles. 3. A natureza cruzada do estudo pode levar ao carregamento do efeito da intervenção para o grupo controle, quando este é randomizado para o segundo momento. 4. Pela natureza da intervenção, este estudo não pode ser cegado. Tentamos minimizar o risco de viés com a avaliação dos parâmetros de mecânica respiratória por um pesquisador que não sabia do grupo para o qual o paciente estava randomizado. Por outro lado, o número de aspirações no período era avaliado pela equipe assistencial, que tinha conhecimento do grupo do paciente, com possibilidade de viés de avaliação. 5. O tratamento com I-EM foi feito com parâmetros fixos e pré-estabelecidos. Não adaptamos os níveis de pressão nem as durações das fases de insuflação e exsuflação conforme a resposta às intervenções. Esses ajustes têm sido empregados na maioria dos estudos, mas existe a possibilidade de que ganhos adicionais surjam caso individualizações no tratamento sejam feitas. 6. Os pacientes não estavam curarizados para as avaliações da mecânica respiratória. Com o objetivo de minimizar esse possível viés, tomou-se o cuidado de observar a ausência de esforço muscular respiratório por meio das curvas do ventilador mecânico. 7. Nossas avaliações não incluíram desfechos de longo prazo, como duração da VM, tempo de permanência na UTI ou mortalidade. Nossos objetivos restringiram-se à ação de curto prazo da I-EM na evolução dos pacientes.

6.3 ESTUDO 3

Nossa revisão sistemática e metanálise de quatro ensaios clínicos randomizados, que totalizaram 292 pacientes, mostrou que a adição de I-EM durante o desmame da VM não resultou em redução da falha de desmame, mortalidade ou duração da internação na UTI, em comparação com as práticas habituais.

Nossos resultados auxiliam na construção das evidências sobre o papel da I-EM no desmame da VM, as quais ainda são escassas. Nas últimas diretrizes e orientações sobre VM, mesmo naquelas específicas sobre desmame, não há referências sobre o potencial da I-EM como medida adjuvante. (Ferreira *et al.*, 2025; Girard *et al.*, 2017)

Anteriormente, uma revisão sistemática com metanálise havia identificado cinco estudos sobre o emprego da I-EM em pacientes em VM, porém apenas dois deles tinham desfechos relacionados ao desmame, com um número muito restrito de pacientes avaliados (Giulia *et al.*, 2023). Na nossa revisão, optamos por incluir apenas estudos que tivessem empregado a I-EM em alguma etapa do desmame e que avaliassem desfechos clinicamente relevante para os pacientes, resultando na metanálise de quatro estudos que avaliaram falha do desmame e/ou mortalidade e/ou duração da internação na UTI.

Todos os quatro estudos selecionados em nossa revisão sistemática avaliaram a falha no desmame e a metanálise de seus resultados mostrou que a adição da I-EM não se associou a redução nas taxas de falha. Entretanto, observamos uma grande heterogeneidade nas definições de falha de desmame, o que compromete a interpretação desse resultado. Em dois estudos a falha foi definida como a necessidade de reintubação dentro de 48 horas da extubação (Gonçalves *et al.*, 2012; Wibart *et al.*, 2023), o que não está mais em linha com as definições atuais, pelas quais a falha pode ocorrer até sete dias após a extubação. (Béduneau *et al.*, 2017) Em outro estudo, como todos os pacientes já estavam traqueostomizados, a falha de desmame foi considerada como a não saída da VM dentro de 30 dias do início do desmame (Netto *et al.*, 2025). Já no estudo de Kubota e colaboradores (Kubota *et al.*, 2024) a falha era um desfecho composto, definido pela ocorrência de reintubação, impossibilidade de extubação ou óbito dentro de 28 dias. Em função dessa heterogeneidade, o papel da I-EM na redução da falha de desmame ainda permanece

indefinido, com necessidade de novos estudos com desfecho uniformes, provavelmente a necessidade de reintubação dentro de sete dias da extubação.

Embora a mortalidade tenha sido analisada nos quatro estudos revisados, em um deles os pacientes foram seguidos apenas por 48 horas, sem que houvesse óbito em nenhum dos dois grupos (Gonçalves *et al.*, 2012). Nos demais três estudos, a mortalidade foi avaliada dentro de 28 dias (Wibart *et al.*, 2023; Kubota *et al.*, 2024) ou durante a internação na UTI (Netto *et al.*, 2025), o que trouxe maior homogeneidade dos resultados. Dentro dos estudos analisados, a adição de I-EM no desmame não se associou a redução de mortalidade, o que está em linha com diferentes estudos em VM em que tratamentos aplicados não são suficientes para impactar a sobrevida dos pacientes. (Teixeira, Kern, Rosa, 2021)

O terceiro desfecho que pudemos avaliar foi a duração da internação na UTI, relatada em três dos estudos selecionados (Gonçalves *et al.*, 2012; Wibart *et al.*, 2023; Netto *et al.*, 2025) A metanálise dos resultados não mostrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Como a duração da internação inclui o tempo em VM antes do início do desmame, ela não consegue avaliar de forma precisa o impacto da I-EM no desmame, o que exigiria avaliar os dias de UTI após o seu início ou após a extubação. Esses valores, porém, não estavam disponíveis nos estudos revisados e não houve resposta dos autores quando perguntados por correio eletrônico.

Outras heterogeneidades entre os estudos também limitam a precisão da metanálise dos resultados. Houve variações em relação aos momentos em que a I-EM foi aplicada, o número diário de sessões e de ciclos por sessão, as pressões ajustadas e a duração em dias do tratamento (Tabela 6). Também houve diferenças importantes nos critérios de inclusão, resultando em populações diferentes entre os estudos (Tabela 5).

Tabela 6. Protocolos de I-EM nos estudos analisados

| Estudo | Pressões | Sessões diárias | Ciclos/sessão | Duração (dias ou horas) |
|----------------|---|----------------------------------|---|---|
| Gonçalves 2012 | Insuf: +40 cmH ₂ O Exsuf: -40 cmH ₂ O | 3 sessões | 3 ciclos de 8 insuf/exsuf | 48 horas após extubação |
| Wibart 2022 | Insuf: +40 cmH ₂ O Exsuf: -40 cmH ₂ O (até -60 cmH ₂ O) | 2 sessões | 3 a 5 ciclos de 5 insuf/exsuf | 48 horas após extubação |
| Kubota 2024 | Insuf: +40 cmH ₂ O Exsuf: -40 cmH ₂ O | Antes de cada aspiração traqueal | 1 ciclo de 10 insuf/exsuf | Durante toda VM, até extubação |
| Netto 2025 | Insuf: +40 cmH ₂ O Exsuf: -40 cmH ₂ O | 2 sessões | ciclos de 5 insuf/exsuf, repetidos até não haver secreção na AT | Durante todo o desmame em traqueostomia |

AT: aspiração traqueal; Insuf: insuflação; exsuf: exsuflação; VM: ventilação mecânica

Nosso estudo apresenta limitações inerentes às características dos ensaios clínicos originais, que além de apresentarem problemas metodológicos, como mostrado em suas avaliações de riscos de vieses, são em número limitado. 1. Os estudos não são cegados, em função das características da intervenção. 2. Todos eles são unicêntricos e com número limitado de pacientes, o que limita a extrapolação dos resultados para realidades diversas. 3. O gráfico de funil, em sua avaliação visual, sugeriu uma leve assimetria nos dados tanto para mortalidade quanto para falha no desmame, o que indica um possível efeito de estudos pequenos ou viés de publicação, embora essa interpretação seja limitada pelo pequeno número de estudos encontrados. 4. Conforme já discutido, os estudos são muito heterogêneos em suas características, comprometendo a precisão da análise agrupada. Por todas essas limitações, ao se aplicar o GRADE, os graus de certeza das evidências encontradas foram muito baixos.

7. CONCLUSÃO

Nas UTIs brasileiras, a disponibilidade de dispositivos para aplicação da I-EM é baixa. As principais barreiras para implementação rotineira da I-EM nessas UTIs, além da escassez de recursos, são a falta de conhecimento e a falta de evidência científica.

A aplicação de I-EM em pacientes em VM e com hipersecreção respiratória não reduziu de forma estatisticamente significativa a necessidade de aspiração traqueal. Entretanto, observou-se nos pacientes que receberam esse tratamento melhora da mecânica respiratória, com aumento da C_{SR} e redução da R_{SR} .

A adição da I-EM no desmame da VM não aumentou as taxas de sucesso de desmame bem como não reduziu o tempo de internação ou mortalidade na UTI. Porém, os estudos que fizeram parte na metanálise apresentam vieses importantes e o grau de certeza das evidências definido pelo GRADE foi considerado muito baixo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Association for Respiratory Care. AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010. **Respiratory care**, v. 55, n. 6, p. 758-64, 2010.

AUGER, C.; HERNANDO, V.; GALMICHE, H. Use of mechanical insufflation-exsufflation devices for airway clearance in subjects with neuromuscular disease. **Respiratory Care**, v. 62, n. 2, p. 236-245, 2017.

AZEVEDO L. C.; PARK M.; SALLUH J. I.; et al. Clinical outcomes of patients requiring ventilatory support in Brazilian intensive care units: a multicenter, prospective, cohort study. **Crit Care**, v. 17, n. 2, p. R63, 2013.

BACH, J. R.; BARROW S.; GONÇALVES M. R. A historical perspective on expiratory muscle aids and their impact on home care. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 92, n. 10, p. 930-41, 2013.

BACH, J. R. A historical perspective on the use of noninvasive ventilatory support alternatives. **Respiratory care clinics of North America**, v. 2, n. 2, p. 161-81, 1996.

BACH, J. R.; SINQUEE D. M.; SAPORITO L. R.; et al. Efficacy of mechanical insufflation-exsufflation in extubating unwearable subjects with restrictive pulmonary disorders. **Respiratory Care**, v. 60, n. 4, p. 477-483, 2015.

BACH, J. R.; GONÇALVES M. R.; HAMDANI I.; et al. Extubating of patients with neuromuscular weakness: A new management paradigm. **Chest**, v. 137, n. 5, p. 1033-1039, 2010.

BACH, J. R. Mechanical insufflation-exsufflation. Comparison of peak expiratory flows with manually assisted and unassisted coughing techniques. **Chest**, v. 104, n. 5, p. 1553-62, 1993.

BACH, J. R. New approaches in the rehabilitation of the traumatic high level quadriplegic. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 70, n. 1, p. 13-9, 1991.

BACH, J. R.; GUPTA K.; REYNA M.; et al. Spinal muscular atrophy type 1: prolongation of survival by noninvasive respiratory aids. **Pediatric Asthma, Allergy & Immunology**, v. 22, n. 4, p. 151-62, 2009.

BACH, J. R.; ALBA, A. S. Noninvasive options for ventilatory support of the traumatic high level quadriplegic patient. **Chest**, v. 98, n. 3, p. 613-19, 1990.

BARACH, A. L.; BECK G. J.; BICKERMAN H. A.; et al. Mechanical coughing: studies on physical methods of producing high velocity flow rates during the expiratory cycle. **Transactions of the Association of American Physicians**, p. 360-3, 1951.

BARACH, A. L.; BECK G. J.; BICKERMAN H. A.; et al. Physical methods simulating mechanisms of the human cough. **Journal of Applied Physiology**, v. 5, n. 2, p. 85-91, 1952.

BARACH, A. L.; BECK G.; SMITH W. Mechanical production of expiratory flow rates surpassing the capacity of human coughing. **Am J Med Sci**, v. 66, p. 315-24, 1953.

BÉDUNEAU G. ; PHAM T. ; SCHORTGEN F. ; et al. Epidemiology of weaning outcome according to a new definition. The WIND study. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 195, n. 6, p. 772-83, 2017

BELZAK W. C. M.; LOCKWOOD J. R. Estimating test-retest reliability in the presence of self-selection bias and learning/practice effects. **Appl Psychol Meas**, v. 48, n. 7-8, p. 323-40, 2024.

BICKERMAN H. A.; HYLAN A. Exsufflation with negative pressure: elimination of radiopaque material and foreign bodies from bronchi of anesthetized dogs. **A.M.A. Archives of Internal Medicine**, v. 93, n. 5, p. 698-704, 1954.

BOENTERT, M.; WENNINGER, S.; SANSONE, V. A. Respiratory involvement in neuromuscular disorders. **Current Opinion in Neurology**, v. 30, n. 5, p. 529-537, 2017.

BOITANO, L. J. Management of airway clearance in neuromuscular disease. **Respir care**, v. 51, n. 8, p. 913-22, 2006.

BOURDIN G.; GUÉRIN C.; LERAY V.; et al. Comparison of alpha 200 and CoughAssist as intermittent positive pressure breathing devices: A Bench study. **Respir Care**, V. 57, p. 1129-36, 2012.

CALLAHAN, L. A.; SUPINSKI, G. S. Sepsis-induced myopathy. **Critical Care Medicine**, v. 37, p. S354-S367, 2009.

CHATWIN, M.; ROSS E.; HART N. et al. Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness. **European Respiratory Journal**, v. 21, n. 3, p. 502-508, 2003.

CHATWIN, M.; GONÇALVES, M. R. ; TOUSSAINT, M. ; et al. Airway clearance techniques in neuromuscular disorders: a state of the art review. **Respiratory Medicine**, v. 136, p. 98-110, 2018.

CHATWIN, M.; SIMONDS, A. K. The addition of mechanical insufflation/exsufflation shortens airway-clearance sessions in neuromuscular patients with chest infection. **Respiratory care**, v. 54, n. 11, p. 1473-9, 2009.

CHATWIN M, SIMONDS A. K. Long-term mechanical insufflation-exsufflation cough assistance in neuromuscular disease: patterns of use and lessons for application. **Respir Care**, v. 65, n. 2, p. 135-43, 2020.

CHATWIN, M.; WAKEMAN, R. H. Mechanical insufflation-exsufflation: considerations for improving clinical practice. **Journal of Clinical Medicine**, v. 12, n. 7, p. 2626, 2023.

COUTINHO W. M., VIEIRA P. J. C., KUTCHAK F. M., et al. Comparison of mechanical insufflation-exsufflation and endotracheal suctioning in mechanically ventilated patients: effects on respiratory mechanics, hemodynamics, and volume of secretions. **Indian J Crit Care Med**, v. 22, p. 7, n. 485-90, 2018.

DE CAMILLIS, M. L. F.; SAVI, A.; ROSA, R. G.; et al. Effects of mechanical insufflation-exsufflation on airway mucus clearance among mechanically ventilated icu subjects. **Respiratory Care**, v. 63, n. 12, p. 1471-7, 2018.

DEMPSEY, C. A. **Air force aerospace medical research laboratory: 50 years of research on man in flight**, 1. ed., p. 1-215, 1985.

DIMARCO A. F.; ROMANIUK J. R.; KOWALSKI K. E.; et al. Mechanical contribution of expiratory muscles to pressure generation during spinal cord stimulation. **J Appl Physiol**. v. 87, n. 4, p. 1433-9, 1999.

FERREIRA J. C.; VIANNA A. O. A.; MAIA I. S.; et al. Joint statement on evidence-based practices in mechanical ventilation: suggestions from two Brazilian medical societies. **J Bras Pneumol**, v. 10, n. 51, 2025.

FRIESEN, H. S. The Cof-flator. **Can Inhal Ther**, v. 3, p. 11-2, 1967.

GIRARD T. D.; ALHAZZANI W.; KRESS J. P.; et al. An official American Thoracic Society/American College of chest physicians clinical practice guideline: liberation from mechanical ventilation in critically ill adults. rehabilitation protocols, ventilator liberation protocols, and cuff leak tests. **Am J Respir Crit Care Med**, v.195, n. 1, p. 120-33, 2017.

GIULIA M.; DAVIDE P.; LORENZO P.; et al. Effectiveness of cough assist in the extubation of adult. **Journal of advanced health care**, v. 5, n. 1, p. 1-5, 2023

GOLIGHER, E. C.; DRES, M.; FAN, E.; et al. Mechanical ventilation-induced diaphragm atrophy strongly impacts clinical outcomes. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 197, n. 2, p. 204-13, 2018.

GÓMEZ-MERINO, E.; BACH, J. R. Duchenne muscular dystrophy: prolongation of life by noninvasive ventilation and mechanically assisted coughing. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 81, n. 6, p. 411-15, 2002.

GÓMEZ-MERINO, E.; SANCHO, J.; MARÍN, J.; et al. Mechanical insufflation-exsufflation pressure, volume, and flow relationships and the adequacy of the manufacturer's guidelines. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 81, n. 8, p. 579-83, 2002.

GONÇALVES, M. R.; HONRADO, T.; WINCK, J. C.; et al. Effects of mechanical insufflation-exsufflation in preventing respiratory failure after extubation: a randomized controlled trial. **Critical Care**, v. 16, n. 2, p. 1-8, 2012.

GOZAL, D. Pulmonary manifestations of neuromuscular disease with special reference to Duchenne muscular dystrophy and spinal muscular atrophy. **Pediatric Pulmonology**, v. 29, n. 2, p. 141-50, 2000.

GUÉRIN, C.; BOURDIN, G.; LERAY, V.; et al. Performance of the cough assist insufflation-exsufflation device in the presence of an endotracheal tube or tracheostomy tube: a bench study. **Respiratory Care**, v. 56, n. 8, p. 1108-14, 2011.

GUYATT, G. H.; OXMAN, A. D.; VIST, G. E.; et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. **BMJ**, v. 336, n. 7650, p. 924-926, 2008.

HADJIKOUTIS S., WILES C. M. Respiratory complications related to bulbar dysfunction in motor neuron disease. **Acta Neurol Scand**, v. 103, n. 4, p. 207-13, 2001.

HIGGINS, J. P. T.; SAVOVIC, J.; PAGE, M. J.; et al. Revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (RoB 2). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**, 2nd ed, p. 205-28, 2023.

HOMINICK D. N. Mechanical insufflation-exsufflation for airway mucus clearance. **Respir Care**. v. 52, p. 1296-305, 2007.

HOUZÉ, M. H.; DEYE, N.; MATEO, J.; et al. Predictors of extubation failure related to aspiration and/or excessive upper airway secretions. **Respiratory Care**, v. 65, n. 4, p. 475-81, 2020.

HYUN, S. E.; LEE, S. M.; SHIN, H. I. Peak expiratory flow during mechanical insufflation-exsufflation: endotracheal tube versus face mask. **Respiratory Care**, v. 66, n. 12, p. 1815-23, 2021.

ISAKOW W.; KOLLEF M. H. Preventing ventilator-associated pneumonia: an evidence-based approach of modifiable risk factors. **Semin Respir Crit Care Med**, v. 27, n. 1, p. 5-17, 2006.

ISHIKAWA, Y.; BACH, J. R.; KOMAROFF, E.; et al. Cough augmentation in duchenne muscular dystrophy. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 87, n. 9, p. 726-730, 2008.

JABER, S.; PETROF, B. J.; JUNG, B.; et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 183, n. 3, p. 364-371, 2011.

JIANG, C.; ESQUINAS, A.; MINA, B. Evaluation of cough peak expiratory flow as a predictor of successful mechanical ventilation discontinuation: a narrative review of the literature. **Journal of Intensive Care**, v. 5, n. 1, p. 33, 2017.

KALLET R. H. Adjunct therapies during mechanical ventilation: airway clearance techniques, therapeutic aerosols, and gases. **Respir Care**, v. 58, n. 6, p. 1053-73, 2013.

KANDA H.; YANO S.; IWAMOTO S.; et al. Mechanical insufflation-exsufflation for subjects with bronchiectasis and after tracheal stenting. **Chest**, v. 148, n. 4 p. 2A-2B, 2015.

KUBOTA, S.; HASHIMOTO, H.; YOSHIKAWA, Y.; et al. Effects of mechanical insufflation-exsufflation on ventilator-free days in intensive care unit subjects with sputum retention; a randomized clinical trial. **PLOS ONE**, v. 19, n. 5, p. e0302239, 2024.

KUROIWA, R.; TATEISHI, Y.; OSHIMA, T.; et al. Mechanical insufflation-exsufflation for the prevention of ventilator-associated pneumonia in intensive care units: A retrospective cohort study. **Indian Journal of Critical Care Medicine**, v. 25, n. 1, p. 62-66, 2021.

LAGHI, F.; MADDIPATI, V.; SCHNELL, T.; et al. Determinants of cough effectiveness in patients with respiratory muscle weakness. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 240, p. 17-25, 2017.

LAMBRINOS E.; ELKINS M. R.; MENADUE C.; et al. Online education improves confidence in mechanical insufflation-exsufflation. **Respir Care**, v. 28, n. 69, p. 91-8, 2023.

LEVINE, S.; NGUYEN, T.; TAYLOR, N.; et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. **New England Journal of Medicine**, v. 358, n. 13, p. 1327-35, 2008.

MARTÍNEZ-ALEJOS, R.; MARTÍ, J. D.; LI BASSI, G.; et al. Effects of mechanical insufflation-exsufflation on sputum volume in mechanically ventilated critically ill subjects. **Respiratory Care**, v. 66, n. 9, p. 1371-9, 2021.

MCCOOL F. D. Global physiology and pathophysiology of cough: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. **Chest**, v. 129, suppl. 1, p. 48-53, 2006.

MCCOOL F. D., MEAD J. Dyspnea on immersion: mechanisms in patients with bilateral diaphragm paralysis. **Am Rev Respir Dis**, v. 139, n. 1, p. 275-6, 1989.

MOREIRA F. C.; TEIXEIRA C.; SAVI A.; et al. Changes in respiratory mechanics during respiratory physiotherapy in mechanically ventilated subjects. **Rev Bras Ter Intensiva**, v. 27, n. 2, p. 155-60, 2015.

MORROW, B.; ARGENT, A.; ZAMPOLI, M.; et al. Cough augmentation techniques for people with chronic neuromuscular disorders. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2021, n. 4, 2021.

NAKAGAWA N. K.; FRANCHINI M. L.; DRIUSSO P.; et al. Mucociliary clearance is impaired in acutely ill patients. **Chest**, v. 128, n. 4, p. 2772-7, 2005.

NETTO, C. B.; REBOREDO, M.M.; VIEIRA, R. S.; et al. The impact of mechanical insufflation-exsufflation on the weaning success rate of tracheostomized patients on prolonged mechanical ventilation: a pilot and feasibility study of a randomized controlled trial. **Medicina Intensiva (English Edition)**, v. 49, n. 6, p. 502125, 2025.

NUNES, L. C.; RIZZETTI D. A.; NEVES D.; et al. Mechanical insufflation/exsufflation improves respiratory mechanics in critical care: Randomized crossover trial. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 266, p. 115-20, 2019.

OGNA, A.; PRIGENT, H.; LEJAILLE, M.; et al. Swallowing and swallowing-breathing interaction as predictors of intubation in Guillain-Barré syndrome. **Brain and Behavior**, v. 7, n. 2, p. 1-7, 2017.

OLDENBURG F. J.; DOLOVICH M. B.; MONTGOMERY J. M.; et al. Effects of postural drainage, exercise, and cough on mucus clearance in chronic bronchitis. **Am Rev Respir Dis**. v. 120 n. 4, p 739-45, 1979.

PAGE, M. J.; MCKENZIE, J. E.; BOSSUYT, P. M.; et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, p. n71, 2021.

PETROF, BASIL J.; HUSSAIN, SABAH N. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. **Current Opinion in Critical Care**, v. 22, n. 1, p. 67-72, 2016.

RELLO J.; PAIVA J.A.; BARAIBAR J.; et al. International conference for the development of consensus on the diagnosis and treatment of ventilator-associated pneumonia. **Chest**, v. 120, n. 3, p. 955-70, 2001.

ROSE, L.; ADHIKARI, N. K.; POON, J.; et al. A. Cough augmentation techniques in the critically ill: a Canadian national survey. **Respiratory Care**, v. 61, n. 10, p. 1360–8, 2016.

ROSE, L.; MESSER, B. Prolonged mechanical ventilation, weaning, and the role of tracheostomy. **Critical Care Clinics**, v. 40, n. 2, p. 409-27, 2024.

SALAM A.; TILLUCKDHARRY L.; AMOATENG-ADJEPONG Y.; et al. Neurologic status, cough, secretions and extubation outcomes. **Intensive Care Med**;30(7):1334-9, 2004.

SÁNCHEZ-GARCÍA, M.; ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, M.; DOMINGO-MARÍN, S.; et al. Comparison of mechanical insufflation-exsufflation and hypertonic saline and hyaluronic acid with conventional open catheter suctioning in intubated patients. **Respiratory Care**, v. 69, n. 5, p. 575-85, 2024.

SÁNCHEZ-GARCÍA, M.; SANTOS, P.; RODRÍGUEZ-TRIGO, G.; et al. Preliminary experience on the safety and tolerability of mechanical “insufflation-exsufflation” in subjects with artificial airway. **Intensive Care Medicine Experimental**, v. 6, n. 1, 2018.

SANCHO, J.; SERVERA, E.; VERGARA, P.; et al. Mechanical insufflation-exsufflation vs. tracheal suctioning via tracheostomy tubes for patients with amyotrophic lateral sclerosis: a pilot study. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, n. 10, p. 750-3, 2003.

SANCHO, J.; BURES, E.; FERRER, S.; et al. Mechanical insufflation-exsufflation with oscillations in amyotrophic lateral sclerosis with home ventilation via tracheostomy. **Respiratory Care**, v. 66, n. 3, p. 378-83, 2021.

SANCHO, J.; SERVERA, E.; DÍAZ, J.; et al. Predictors of ineffective cough during a chest infection in patients with stable amyotrophic lateral sclerosis. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 175, n. 12, p. 1266-71, 2007.

SANCHO, J.; BURES, E.; FERRER, S.; et al. Usefulness of oscillations added to mechanical in-exsufflation in amyotrophic lateral sclerosis. **Respiratory Care**, v. 65, n. 5, p. 596-602, 2020.

SEGAL, M. S.; SALOMON, A.; HERSCHFUS, J. A. Alternating positive-negative pressures in mechanical respiration: the cycling valve device employing air pressures. **Diseases of the Chest**, v. 25, n. 6, p. 640-8, 1954.

SFERRAZZA G. F.; PELLEGRINO G. M.; SHAIKH H.; et al. Respiratory muscle testing in amyotrophic lateral sclerosis: a practical approach. **Minerva Med**, v. 109, n. 6, suppl. 1, p. 11-9, 2018.

SHAH, N. M.; KALTSAKAS, G.; MADDEN-SCOTT, S.; et al. Mechanical insufflation-exsufflation use in neuromuscular disease: a single center cohort study. **BMJ Open Respiratory Research**, v. 12, n. 1, p. e002651, 2025.

SHARMA, A.; MINH DUC, N.T.; LUU LAM THANG, T.; et al. A Consensus-based checklist for reporting of survey studies (CROSS). **Journal of General Internal Medicine**, v. 36, n. 10, p. 3179-87, 2021.

STILMA, W.; VAN DER HOEVEN, S. M.; SCHOLTE OP REIMER, W. J. M.; et al. Airway care interventions for invasively ventilated critically ill adults - A Dutch national survey. **Journal of Clinical Medicine**, v. 10, n. 15, p. 3381, 2021.

STILMA W.; VERWEIJ L.; SPEK B.; et al. Mechanical insufflation-exsufflation for invasively ventilated critically ill patients - A focus group study. **Nurs Crit Care**, v. 28, n. 6, p. 923-30, 2023

SWINGWOOD, E. L.; STILMA, W.; TUME, L. N.; et al. The use of mechanical insufflation-exsufflation in invasively ventilated critically ill adults. **Respiratory Care**, v. 67, n. 8, p. 1043-57, 2022.

SWINGWOOD, E. L.; TUME, L. N.; CRAMP, F. A survey examining the use of mechanical insufflation-exsufflation on adult intensive care units across the UK. **Journal of the Intensive Care Society**, v. 21, n. 4, p. 283-9, 2020.

TEIXEIRA C.; KERN M., ROSA R. G. What outcomes should be evaluated in critically ill patients? **Rev Bras Ter Intensiva**, v. 33, n. 2, p. 312-19, 2021.

THILLE, A. W.; BOISSIER, F.; MULLER, M.; et al. Role of ICU-acquired weakness on extubation outcome among patients at high risk of reintubation. **Critical Care**, v. 24, n. 1, p. 86, 2020.

TSILIGIANNIS, T.; GRIVAS, T. Pulmonary function in children with idiopathic scoliosis. **Scoliosis**, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2012.

TUFANARU, C.; MUNN, Z.; STEPHENSON, M.; et al. Fixed or random effects meta-analysis? Common methodological issues in systematic reviews of effectiveness. **International Journal of Evidence-Based Healthcare**, v. 13, n. 3, p. 196-207, 2015.

VAN LUNTEREN E.; DANIELS R.; DEAL E. C. J. R.; et al. Role of costal and crural diaphragm and parasternal intercostals during coughing in cats. **J Appl Physiol**, v. 66, n. 1, p. 135-41, 1989.

WIBART, P.; REGINAULT, T.; GARCIA-FONTAN, M.; et al. Effects of mechanical insufflation in preventing postextubation acute respiratory failure in intensive care acquired weakness patients: a randomized controlled trial. **Critical Care Science**, v. 35, n. 2, p. 168-76, 2023.



WILLIS, L. D. 2022 Year in Review: Mechanical insufflation-exsufflation. **Respiratory Care**, v. 68, n. 2, p. 275-283, 2023.

ZUERCHER P.; SCHENK N. V.; MORET C.; et al. Risk factors for dysphagia in ICU patients after invasive mechanical ventilation. **Chest**, v. 158, n. 5, p. 1983-91, 2020.

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Pesquisa Transversal

| | | |
|---|--|---|
|  | <p>HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA</p> <p>Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do HU-UFJF</p> |  |
|---|--|---|

Hospital Universitário

Pesquisador Responsável: Bruno do Valle Pinheiro

Endereço: Rua Benjamin Constant, 1044/802 Bairro Santa Helena

CEP: 36015-400 Juiz de Fora – MG Telefone: (32)99977-6584

E-mail: bvallepinheiro@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O senhor(a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **Análise do uso da Máquina de Tosse nas Unidades de Terapia Intensiva Adulto Brasileiras: uma Pesquisa Nacional**. Neste estudo pretendemos caracterizar o uso da máquina de tosse nas unidades de terapia intensiva adulto no Brasil bem como identificar possíveis barreiras e limitações a seu uso. O motivo que nos leva a estudar é que apesar dos benefícios já comprovados e de já amplamente utilizada em outros países, o uso da máquina de tosse ainda se encontra incipiente em território nacional.

Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: Faremos a pesquisa através de um questionário *online* padrão elaborado na plataforma Google Forms Os riscos envolvidos na pesquisa consiste na possibilidade de as respostas ficarem expostas ou descobertas pelo fato de as mesmas serem recebidas via internet, porém esse risco será minimizado através do compromisso do pesquisador em manter o sigilo total dos dados e também em manter o acesso à plataforma *Google Forms* livre de ameaças utilizando um antivírus atualizado. A pesquisa contribuirá para termos um diagnóstico da frequência do uso da máquina de tosse e do conhecimento dos profissionais de saúde sobre o equipamento. Com base nesses diagnósticos, poderão ser necessários programas de educação, para divulgação da importância da máquina

de tosse e sobre seu funcionamento, visto que, apesar de ser um dispositivo relativamente novo, já há evidências que seu emprego rotineiro pode melhorar a evolução de determinados pacientes internados em UTI.

Para participar deste estudo você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o senhor(a) tem assegurado o direito a indenização. O Sr. (a) será esclarecido (a) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a) é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O (A) senhor (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável, no Hospital Universitário – UFJF e a outra será fornecida ao senhor(a).

Eu, _____, portador do documento de identidade _____ fui informado (a) dos objetivos do estudo **Análise do uso da Máquina de Tosse nas Unidades de Terapia Intensiva Adulto Brasileiras: uma Pesquisa Nacional** de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de _____.

Nome e assinatura do (a) participante

Data

| | |
|--|------|
| Nome e assinatura do (a) pesquisador (a) | Data |
| Nome e assinatura da testemunha | Data |

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa HU-UFJF:

Rua Catulo Breviglieri, s/nº - Bairro Santa Catarina
CEP: 36036-110 - Juiz de Fora – MG
Telefone: 4009-5167
E-mail: cep.hu@ufjf.edu.br

APÊNDICE B

Questionário

Análise do uso da Máquina de Tosse nas Unidades de Terapia Intensiva Adulto Brasileiras: uma pesquisa nacional

Estamos conduzindo essa pesquisa com o objetivo de caracterizar o uso da máquina de tosse – *cough assist* – *insuflação-exsuflação mecânica (I-EM)* no Brasil

Esse projeto foi desenvolvido dentro da Universidade Federal de Juiz de Fora

Pesquisador principal: Dr. Bruno do Valle Pinheiro
Demais pesquisadores: Fabrício Sciammarella Barros
Rodrigo Souza Vieira

Importância do estudo: Essa pesquisa nos permitirá compreender em que ponto se encontra o uso da máquina de tosse no Brasil, em suas diferentes regiões, nos diferentes tipos de UTI (públicas ou privadas) e com diferentes graus de complexidade.

Você será questionado de forma detalhada a respeito do uso da máquina de tosse. Em um teste piloto a pesquisa foi finalizada em aproximadamente sete minutos.

Essa pesquisa não tem nenhum financiamento, público ou privado. Não há participação da indústria na elaboração das perguntas e nem haverá na análise e divulgação dos resultados.

Sua confidencialidade será respeitada. Sua identidade será preservada.

A participação nesse estudo é voluntária. Você pode se recusar em participar

Caso deseje receber mais informações a respeito da pesquisa antes de respondê-la, por favor, faça contato com o investigador principal: Dr. Bruno do Valle Pinheiro. E-mail: bvallepinheiro@gmail.com

Questionário

01. Em qual hospital você trabalha?

02. Em qual cidade e estado ele se localiza?

03. O seu hospital é:

- a) Filantrópico
- b) Privado
- c) Público

04. Quantos leitos tem a sua unidade hospitalar?

- a) Menos de 100 leitos
- b) 100-299 leitos
- c) 300-600 leitos
- d) Mais de 600 leitos

05. Quantos leitos tem a unidade de terapia intensiva onde trabalha?

06. Como você classifica a unidade de terapia intensiva onde trabalha?

- a) Cirúrgica
- b) Clínica
- c) Clínico-cirúrgica
- d) Neonatal
- e) Pediátrica

07. Qual a sua profissão?

- a) Médico
- b) Fisioterapeuta
- c) Enfermeiro

08. Que cargo ocupa?

- a) Chefe
- b) Diarista
- c) Plantonista

09. Você tem disponível em sua unidade uma máquina de tosse? (Se não, pule para pergunta número 26)

- a) Sim
- b) Não

10. Com qual frequência você usa a máquina de tosse na sua UTI?

- a) Diariamente
- b) Semanalmente
- c) Mensalmente
- d) Semestralmente
- e) Anualmente

11. Nos dias em que utiliza a máquina de tosse, você a utiliza no mesmo paciente em média

- a) 1 vez / dia
- b) 2 vezes / dia
- c) 3 vezes / dia
- d) 4 ou mais vezes /dia

12. Você utiliza a máquina de tosse em pacientes não intubados?

- a) Sim
- b) Não

13. Caso afirmativo, em qual situação você utiliza (indica) o seu uso? (Pode assinalar mais de uma alternativa)

- a) Remoção de secreções
 - b) Evitar intubação
 - c) Evitar reintubação após extubação
 - d) Outras (especifique):
-

14. Você utiliza a máquina de tosse em pacientes intubados ou traqueostomizados em ventilação mecânica?

- a) Sim
- b) Não

15. Caso afirmativo, em qual situação você utiliza (indica) o seu uso? (Pode assinalar mais de uma alternativa)

- a) Sempre que há secreção a ser aspirada
 - b) Pacientes em que subjetivamente identifica-se dificuldade de remoção de secreções
 - c) Pacientes em que objetivamente (medida de pico de fluxo expiratório) identifica-se dificuldade de remoção de secreções
 - d) Na presença de atelectasia
 - e) Outras (especifique):
-

16. Você utiliza a máquina de tosse em pacientes traqueostomizados, mas fora da ventilação mecânica?

- a) Sim
- b) Não

17. Se sim, em qual situação você utiliza (indica) o seu uso? (Pode assinalar mais de uma alternativa)

- a) Sempre que há secreção a ser aspirada
 - b) Pacientes em que subjetivamente identificamos dificuldade de remoção de secreções
 - c) Pacientes em que objetivamente identificamos dificuldade de remoção de secreções
 - d) Na presença de atelectasia
 - e) Outras (especifique):
-

18. De uma forma geral, em quais situações ou diagnósticos você utiliza (indica) o uso da máquina de tosse? (Pode assinalar mais de uma alternativa)

- a) Doenças neurológicas
 - b) Doenças neuromusculares
 - c) Insuficiência respiratória aguda
 - d) Insuficiência respiratória crônica agudizada
 - e) Pós-operatório
 - f) Outras (especifique):
-

19. Indique uma contraindicação da máquina de tosse. (Pode assinalar mais de uma alternativa)

- a) Pneumotórax
- b) Pneumomediastino
- c) Enfisema subcutâneo
- d) Instabilidade hemodinâmica
- e) Hemoptise
- f) Hipertensão intracraniana
- g) Hipoxemia grave
- h) PEEP alta
- i) Pós-operatório de cirurgia esofágica (paciente não intubado)
- j) Pós-operatório de cirurgia gástrica (paciente não intubado)

k) Outras (especifique):

20. Já presenciou alguma complicação durante o uso da máquina de tosse? Caso afirmativo especifique. (Pode assinalar mais de uma alternativa)

- a) Pneumotórax
 - b) Pneumomediastino
 - c) Enfisema subcutâneo
 - d) Hipoxemia
 - e) Hipotensão
 - f) Hipertensão
 - g) Hemoptise
 - h) Distensão gástrica
 - i) Outras (especifique):
-

21. Agora em relação às especificações de uso. Qual a pressão de insuflação comumente utilizada por você durante as intervenções?

22. Qual a pressão de exsuflação comumente utilizada por você durante as intervenções?

23. Quantos segundos de intervalo entre os ciclos você utiliza durante as intervenções?

24. Qual o número de ciclos comumente utilizado por você durante as intervenções?

25. Qual a marca comercial do dispositivo utilizado em seu setor?

26. Já teve acesso a informações a respeito da máquina de tosse – *cough assist* – MI-E?

- a) Sim

b) Não

c)

26. Como não tem a máquina de tosse disponível em seu setor, na sua opinião, por qual motivo ela não foi disponibilizada? (Pode assinalar mais de uma alternativa)

a) Não há fundos disponíveis para aquisição

b) Desconhecimento da equipe/chefia/direção

c) Não há evidências científicas justificando o seu uso

d) Outros (especifique):

27. Caso tivesse disponível em seu setor, você a usaria?

a) Sim

b) Não

28. Em quais situações dentro do ambiente de terapia intensiva você a utilizaria se tivesse disponível em seu setor? (Pode assinalar mais de uma alternativa)

a) Para evitar intubação

b) Pacientes em ventilação mecânica (tubo orotraqueal ou traqueostomia)

c) Para evitar reintubação após extubação

d) Pacientes traqueostomizados fora da ventilação mecânica

Você terminou a pesquisa!

Muito obrigado pela sua participação!

APÊNDICE C

Use of mechanical insufflation-exsufflation devices among intensive care units in Brazil

Abstract

Despite its potential benefits, it is unclear how professionals use mechanical insufflation-exsufflation (MI-E) in Brazilian ICUs. This survey study aimed to describe MI-E use among healthcare professionals registered with the Brazilian Association of Intensive Care. A total of 232 surveys were returned. An MI-E device was available in 20.9% of ICUs. Even in these ICUs, the use of MI-E was infrequent (daily, 12.9%; weekly, 22.6%; monthly or less, 64.5%). Lack of knowledge, inadequate resources, and lack of scientific evidence were reported as barriers to regular use of MI-E. In conclusion, MI-E was not widely adopted in Brazilian ICUs, and the range of reported barriers warrants further investigation.

Relevance to Clinical Practice

Results of this study highlighted the low utilization of MI-E by healthcare professionals, including nurses, working in ICUs in Brazil. Lack of knowledge and supportive scientific evidence were identified as significant barriers to implementation and use. These barriers can be addressed through controlled clinical trials and team training.

Impact Statement

What is known about this topic

- Impaired airway clearance is a significant cause of weaning and extubation failure.

- Assisted cough using a mechanical insufflation-exsufflation (MI-E) device is an alternative to improve airway clearance.
- Although some studies have shown that MI-E may prevent reintubation after weaning from mechanical ventilation, it is unclear how extensively MI-E has been adopted.

What this paper adds

- A minority of intensive care units (ICUs) in Brazil are equipped with MI-E devices.
- Despite the availability of MI-E devices in some ICUs, they are used infrequently.
- Lack of knowledge was the most prevalent barrier to the use of MI-E.

Introduction

Impaired airway clearance is an important cause of weaning and extubation failure, and contributes to prolonged mechanical ventilation (MV), increased morbidity, longer intensive care unit (ICU) stay, and higher mortality.¹ Although suctioning of the trachea can mitigate this limitation and improve secretion removal from the airways, this method is less effective for clearing the peripheral airways and the left endobronchial tree because the left mainstem bronchus has a smaller diameter than the right and leaves the trachea at a more acute angle.²

An alternative to improve airway clearance is assisted cough using a mechanical insufflation-exsufflation (MI-E) device. MI-E applies positive airway pressure to insufflate the lungs, followed by negative pressure to generate a high expiratory pressure gradient (alveoli to mouth), which creates an expiratory flow that moves secretions toward the more proximal airways, from where they can be suctioned.³

Although some studies have shown that MI-E, in conjunction with or without noninvasive ventilation, may prevent intubation and respiratory failure after extubation^{4,5}, few ICUs routinely use this device.^{6,7} Insufficient knowledge of and familiarity with MI-E by teams are among the main reported barriers to its use.⁸ In Brazil, there are no data regarding current MI-E practices. As such, the objective of this study was to identify the knowledge base regarding MI-E and current practices regarding the use of MI-E among ICUs in Brazil.

Methods

This cross-sectional electronic survey was approved by the University Hospital of the Federal University of Juiz de Fora Ethics Committee and the National Research Ethics Committee (protocol number: 51608321.5.0000.5133). Consent was implied by the questionnaire response. The study was conducted in accordance with the Consensus-Based Checklist for the Reporting of Survey Studies (CROSS) statement for observational studies.⁹

The researchers developed a survey with closed-ended questions and spaces provided for free-text comments. The survey was distributed to 3 experts to assess its clarity, comprehensiveness, and time to complete. Following minor amendments, a final questionnaire with 4 domains was obtained: ICUs and professional characteristics; indications and contraindications; experienced complications; and barriers to use (Supplement). The survey was sent via e-mail to healthcare professionals (physicians, physiotherapists, and nurses) registered with the Brazilian Association of Intensive Care (*Associação de Medicina Intensiva Brasileira* [AMIB]). E-mail reminders were sent at monthly intervals during the 3 months the survey remained

open (January to March 2022). Data from all returned surveys were included in this study.

The quantitative analysis is descriptive. Continuous variables are expressed as mean (standard deviation) or median (interquartile range [IQR], i.e., $Q_{25\%}$ – $Q_{75\%}$), and categorical variables as number and percentage.

Results

Two hundred and thirty-two surveys from 148 different hospitals were returned. These hospitals were well-distributed across the five geographical regions of Brazil (southeast, 54.7%; northeast, 18.9%; south, 14.2%; midwest, 8.1%; and north, 4.1). The demographic characteristics of the respondents and the characteristics of the ICUs and hospitals in which they worked are summarized in Table 1.

A MI-E device was available in 20.9% (31/148) of the ICUs. Even in ICUs where a MI-E device is available, its use is infrequent. Even in ICUs where a MI-E device is available, its use is not frequent. Only 12.9% of respondents reported daily use, 22.6% reported weekly use, and 64.5% reported monthly or less frequent use. Most respondents (80.6%) used MI-E in intubated patients (through an endotracheal tube or tracheostomy), and 64.5% used MI-E in extubated patients (through a face mask or mouthpiece) (Table 2). The MI-E settings, indications, contraindications, experienced complications, and barriers to use are reported in Table 2.

Table 1. Demographic characteristics of respondents and Brazilian ICUs and hospitals

| Characteristics | Responses (N = 232) |
|---|----------------------------|
| <i>Age, years, mean (SD)</i> | 42.3 (9.9) |
| <i>Sex, N (%)</i> | |
| Male | 128 (55%) |
| Female | 104 (45%) |
| <i>Profession, N (%)</i> | |
| Physicians | 125 (54%) |
| Physiotherapists | 92 (40%) |
| Nurses | 15 (6%) |
| <i>Hospital beds (148 different hospitals), N (%)</i> | |
| <100 | 49 (33%) |
| 100-300 | 65 (44%) |
| 300-600 | 20 (14%) |
| >600 | 14 (9%) |
| <i>ICU beds (148 different ICUs), N (%)</i> | |
| <10 | 22 (15%) |
| 10-20 | 84 (57%) |
| >20 | 42 (28%) |
| <i>ICU type (148 different ICUs), N (%)</i> | |
| Medical | 29 (20%) |
| Surgical | 9 (6%) |
| Medical/Surgical | 104 (70%) |
| Pediatric | 2 (2%) |
| Neonatal | 4 (2%) |

ICU: intensive care unit; SD: standard deviation.

Table 2. Mechanical insufflation-exsufflation settings, indications, contraindications, complications, and barriers to use.

| Characteristics | Responses (N = 232) | | |
|---|---------------------|------------------|-------------|
| MI-E available in the ICU (148 different ICUs) | 31 (20.9%) | | |
| MI-E settings | 36 responses | | |
| Insufflation pressure, cmH ₂ O | 37.5 (30 – 40) | | |
| Exsufflation pressure, cmH ₂ O | 35 (30 – 40) | | |
| Interval between insufflation / exsufflation, s | 2 (2 – 3) | | |
| Number of cycles, N | 5 (4 – 5) | | |
| <i>Indications</i> | 36 responses | | |
| Intubated patients | 29 (80.6%) | | |
| Patients with excessive secretions | 29/29 (100%) | | |
| Patients with atelectasis | 10/29 (34.5%) | | |
| During weaning | 25/29 (86.2%) | | |
| Extubated patients | 23 (64.5%) | | |
| Patients with excessive secretions | 23/23 (100%) | | |
| To prevent intubation | 6/23 (26.1%) | | |
| To prevent extubation failure | 7/23 (30.4%) | | |
| <i>Experienced complications</i> | 31 responses | | |
| Hypoxemia | 6 (19.4%) | | |
| Hemoptysis | 4 (12.9%) | | |
| Pneumothorax | 3 (9.7%) | | |
| Hemodynamic changes | 4 (12.9%) | | |
| Gastric distension | 4 (12.9%) | | |
| <i>Perceived contraindications</i> | 36 responses | | |
| Pneumothorax | 30 (83.3%) | | |
| Pneumomediastinum | 22 (61.1%) | | |
| Subcutaneous emphysema | 20 (55.6%) | | |
| Cystic or cavitary lung lesion | 1 (2.8%) | | |
| Hemoptysis | 22 (61.1%) | | |
| Severe hypoxemia | 16 (44.4%) | | |
| High PEEP levels | 20 (55.6%) | | |
| Hemodynamic instability | 23 (63.9%) | | |
| Intracranial hypertension | 24 (66.7%) | | |
| Recent esophageal surgery | 26 (72.2%) | | |
| Recent gastric surgery | 22 (61.1%) | | |
| <i>Main perceived barriers to use</i> | 121 responses | | |
| Inadequate resources | 44 (36.4%) | | |
| Lack of knowledge | 63 (52.1%) | | |
| Lack of scientific evidence | 14 (11.5%) | | |
| <i>Main perceived barriers to use according to profession</i> | Physicians | Physiotherapists | Nurses |
| | 69 responses | 43 responses | 9 responses |
| Inadequate resources | 14 (20%) | 23 (53%) | 3 (33%) |
| Lack of knowledge | 43 (62%) | 14 (33%) | 5 (56%) |
| Lack of scientific evidence | 8 (12%) | 1 (2%) | 1 (11%) |
| Others | 4 (6%) | 5 (12%) | 0 (0%) |

ICU: intensive care unit; MI-E: mechanical insufflation-exsufflation

Discussion

Our survey revealed that a minority of Brazilian ICUs are equipped with an MI-E device and, even when available, it is used infrequently. The MI-E settings referred to in the survey were similar to those applied in clinical studies.¹⁰ These settings are well established and do not have significant variations among different clinical conditions, which should facilitate the implementation of MI-E treatment.

The use of MI-E was more prevalent among intubated patients than among extubated patients, a finding that contrasts with observations reported by other researchers. Two surveys conducted in ICUs in the United Kingdom and Canada aimed at determining the role of MI-E demonstrated a higher frequency of device use among non-intubated patients.^{11,12} Additionally, a focus study group involving healthcare professionals from ICUs from different European countries reported that the application of MI-E in patients undergoing invasive ventilation is infrequent and primarily restricted to patients who were already using MI-E at home.¹³ The difference between our findings and those of other studies may be attributable to differences in the population admitted to Brazilian ICUs, which consists of more patients undergoing MV for extended durations, a characteristic that increase the number of patients with problems with airways clearance.¹⁴

Most respondents reported that complications associated with MI-E were infrequent, and most were transient in nature and did not require interruption of treatment. Similar results have been reported in clinical studies that demonstrated that severe adverse events associated with MI-E are rare.^{15,16} In a controlled trial that enrolled patients undergoing invasive ventilation, 90 patients randomly assigned to undergo MI-E therapy did not experience respiratory or hemodynamic complications.¹⁴ Recently, another controlled trial involving intubated patients demonstrated that MI-E

was safe, with adverse events occurring at a frequency comparable with that observed with conventional tracheal suctioning. Desaturation was noted in 6.7% of patients, whereas hemodynamic adverse events (hypotension, hypertension, or tachycardia) occurred in 20%. All adverse events resolved in ≤ 1 h.¹⁶

We found that the use of MI-E in Brazilian ICUs was low, with a prevalence of 20.9%. This finding is consistent with data from a Dutch survey, which reported MI-E utilization in 21% of ICUs in The Netherlands.⁷ In contrast, utilization rates in the United Kingdom (98%) and Canada (64%) were significantly higher.^{11,12} In our study, the most cited barriers to use of MI-E were lack of knowledge, lack of supportive scientific evidence, and insufficient funding for equipment. These barriers have also been identified in surveys conducted in the Netherlands, United Kingdom, and Canada,^{7,11,12} and must be addressed to enable changes in clinical practice. A lack of knowledge regarding the use of MI-E was the most commonly cited barrier among physicians and nurses, followed by a lack of scientific evidence. This barrier can be addressed through educational interventions such as online courses. For example, Lambrinos et al.¹⁷ reported that an online course that reviewed both the theoretical and practical components of MI-E prescriptions and applications improved confidence and competence in using the device among physiotherapists without previous clinical experience.

The existing scientific evidence supporting the adoption of MI-E in critically ill patients experiencing difficulties with respiratory secretion clearance is scarce, with studies reporting conflicting results. In a single-center, randomized clinical trial, Gonçalves et al.¹⁸ demonstrated that the addition of an MI-E protocol, initiated immediately before extubation and maintained for 48 h after extubation, reduced the rates of reintubation and the length of ICU stay, compared with a group not receiving

MI-E. Conversely, in another single-center randomized clinical trial, Wibart et al.¹⁹ did not find benefits of treatment from the use of MI-E after extubation in patients who experienced weakness associated with ICU admission. The authors found no significant differences between the group treated with MI-E and the group that received conventional physiotherapy care concerning the occurrence of respiratory failure after extubation, the need for reintubation, length of ICU stay, or 90-day mortality. A recent meta-analysis including 5 randomized clinical trials that evaluated the effectiveness of cough-assistance devices in patients undergoing MV demonstrated that these devices increase the amount of secretions removed from the airways but did not significantly affect extubation and reintubation rates.²⁰ As such, further randomized clinical trials are needed to determine the impact of MI-E on relevant outcomes, such as reduction in endotracheal intubation and reintubation after weaning from MV.

The present study had some limitations, the first of which was its low response rate, particularly among nurses, which may be attributed to their reduced involvement in the prescription and administration of MI-E compared with physicians and physiotherapists. Second, the sample may not be representative of the population, with a potential response bias, in which individuals who are more interested in the subject and have greater knowledge of it tend to have a higher response rate. Third, because this was a self-administered survey, the responses may reflect perceived as opposed to real-world practice.

In conclusion, our survey study revealed the low availability and implementation of MI-E treatment in Brazilian ICUs. However, in ICUs that use MI-E, there was good comprehension of its settings, indications, contraindications, and complications. Among those who did not use MI-E, lack of knowledge and scientific evidence were regarded as important barriers to implementation. Because these are potentially

modifiable barriers, further studies and educational interventions are necessary to increase the effective implementation and use of MI-E in ICUs in Brazil.

References

1. Jaber S, Quintard H, Cinotti R, Asehnoune K, Arnal JM, Guitton C, et al. Risk factors and outcomes for airway failure versus non-airway failure in the intensive care unit: a multicenter observational study of 1514 extubation procedures. *Crit Care*. 2018;22(1):236. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2150-6>
2. Terzi N, Guerin C, Gonçalves MR. What's new in management and clearing of airway secretions in ICU patients? It is time to focus on cough augmentation. *Intensive Care Med*. 2019;45(6):865-868. <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5484-2>
3. Sánchez-García M, Santos P, Rodríguez-Trigo G, Martínez-Sagasti F, Fariña-González T, Del Pino-Ramírez Á, et al. Preliminary experience on the safety and tolerability of mechanical "insufflation-exsufflation" in subjects with artificial airway. *Intensive Care Med Exp*. 2018;6(1):8. <https://doi.org/10.1186/s40635-018-0173-6>.
4. Gonçalves MR, Honrado T, Winck JC, Paiva JA. Effects of mechanical insufflation-exsufflation in preventing respiratory failure after extubation: a randomized controlled trial. *Crit Care*. 2012;16(2):R48. <https://doi.org/10.1186/s40635-018-0173-6>
5. Bach JR, Sinquee DM, Saporito LR, Botticello AL. Efficacy of mechanical insufflation-exsufflation in extubating unweanable subjects with restrictive pulmonary disorders. *Respir Care*. 2015;60(4):477-483. <https://doi.org/10.4187/respcare.03584>

6. Prevost S, Brooks D, Bwititi PT. Mechanical insufflation-exsufflation: Practice patterns among respiratory therapists in Ontario. *Can J Respir Ther*. 2015;51(2):33-8.
7. Stilma W, van der Hoeven SM, Scholte Op Reimer WJM, Schultz MJ, Rose L, Paulus F. Airway Care Interventions for Invasively Ventilated Critically Ill Adults-A Dutch National Survey. *J Clin Med*. 2021;10(15):3381. doi: 10.3390/jcm10153381.
8. Chatwin M, Wakeman RH. Mechanical Insufflation-Exsufflation: Considerations for Improving Clinical Practice. *J Clin Med*. 2023 Mar 31;12(7):2626. doi: 10.3390/jcm12072626.
9. Sharma A, Minh Duc NT, Luu Lam Thang T, Nam NH, Ng SJ, Abbas KS, Huy NT, Marušić A, Paul CL, Kwok J, Karbwang J, de Waure C, Drummond FJ, Kizawa Y, Taal E, Vermeulen J, Lee GHM, Gyedu A, To KG, Verra ML, Jacqz-Aigrain ÉM, Leclercq WKG, Salminen ST, Sherbourne CD, Mintzes B, Lozano S, Tran US, Matsui M, Karamouzian M. A Consensus-Based Checklist for Reporting of Survey Studies (CROSS). *J Gen Intern Med*. 2021;36(10):3179-3187. doi: 10.1007/s11606-021-06737-1.
10. Swingwood EL, Stilma W, Tume LN, Cramp F, Voss S, Bewley J, et al. The use of mechanical insufflation-exsufflation in invasively ventilated critically ill adults. *Respir Care*. 2022;67(8):1043-1057. <https://doi.org/10.4187/respcare.09704>
11. Swingwood E, Tume L, Cramp F. A survey examining the use of mechanical insufflation-exsufflation on adult intensive care units across the UK. *J Intensive Care Soc*. 2020;21(4):283-289. <https://doi.org/10.1177/1751143719870121>



12. Rose L, Adhikari NK, Poon J, Leasa D, McKim DA; CANuVENT Group. Cough augmentation techniques in the critically ill: A Canadian National Survey. *Respir Care*. 2016;61(10):1360-1368. <https://doi.org/10.4187/respcare.04775>
13. Stilma W, Verweij L, Spek B, Scholte Op Reimer WJM, Schultz MJ, Paulus F, Rose L. Mechanical insufflation-exsufflation for invasively ventilated critically ill patients-A focus group study. *Nurs Crit Care*. 2023;28(6):923-930. <https://doi.org/10.1111/nicc.12858>.
14. Azevedo LC, Park M, Salluh JI, Rea-Neto A, Souza-Dantas VC, Varaschin P, Oliveira MC, Tierno PF, dal-Pizzol F, Silva UV, Knibel M, Nassar AP Jr, Alves RA, Ferreira JC, Teixeira C, Rezende V, Martinez A, Luciano PM, Schettino G, Soares M; ERICC (Epidemiology of Respiratory Insufficiency in Critical Care) investigators. Clinical outcomes of patients requiring ventilatory support in Brazilian intensive care units: a multicenter, prospective, cohort study. *Crit Care*. 2013;17(2):R63. doi: 10.1186/cc12594.
15. Ferreira de Camillis ML, Savi A, Goulart Rosa R, Figueiredo M, Wickert R, Borges LGA, Galant L, Teixeira C. Effects of Mechanical Insufflation-Exsufflation on Airway Mucus Clearance Among Mechanically Ventilated ICU Subjects. *Respir Care*. 2018;63(12):1471-1477. doi: 10.4187/respcare.06253.
16. Sánchez-García M, Álvarez-González M, Domingo-Marín S, Pino-Ramírez ÁD, Martínez-Sagasti F, González-Arenas P, Cardenal-Sánchez C, Velasco-López E, Núñez-Reiz A. Comparison of Mechanical Insufflation-Exsufflation and Hypertonic Saline and Hyaluronic Acid With Conventional Open Catheter Suctioning in Intubated Patients. *Respir Care*. 2024;69(5):575-585. doi: 10.4187/respcare.11566.

17. Lambrinos E, Elkins MR, Menadue C, McGuiness OA, Melehan KL, Piper AJ.
Online Education Improves Confidence in Mechanical Insufflation-Exsufflation.
Respir Care. 2023;69(1):91–8. doi: 10.4187/respcare.11031.
18. Gonçalves MR, Honrado T, Winck JC, Paiva JA. Effects of mechanical
insufflation-exsufflation in preventing respiratory failure after extubation: a
randomized controlled trial. *Crit Care*. 2012;16(2):R48. doi:10.1186/cc11249
19. Wibart P, Réginault T, Garcia-Fontan M, et al. Effects of mechanical in-
exsufflation in preventing postextubation acute respiratory failure in intensive care
acquired weakness patients: a randomized controlled trial. *Crit Care Sci*.
2023;35(2):168-176. doi:10.5935/2965-2774.20230410-en
20. Montigiani G, Papi D, Proietti L, Meucci B, Taddei M, Bucciardini L, Bari M.
Effectiveness of cough assist in the extubation of adult patients: systematic
review and meta-analysis. *Journal of Advanced Health Care*. 2023;5(1)5. doi:
10.36017/jahc202351277.

APÊNDICE D

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Estudo *Crossover*

| | | |
|---|--|---|
|  | <p>HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA</p> <p>Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do HU-UFJF</p> |  |
|---|--|---|

Hospital Universitário

Pesquisador Responsável: Bruno do Valle Pinheiro
Endereço: Rua Benjamin Constant, 1044/802 Bairro Santa Helena
CEP: 36015-400 Juiz de Fora – MG Telefone: (32)99977-6584
E-mail: bvallepinheiro@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos convidar o(a) senhor(a) (ou o seu parente de primeiro grau) a participar da pesquisa **Impacto da insuflação-exsuflação mecânica sobre a necessidade de aspiração traqueal em pacientes em ventilação mecânica e com hipersecreção respiratória**. Esse estudo será realizado inteiramente na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) onde o(a) senhor(a) se encontra internado. Gostaríamos de fornecer mais informações antes que o(a) senhor(a) decida sobre a sua participação. Um dos pesquisadores irá explicar os objetivos do estudo detalhadamente e esclarecer o motivo pelo qual o senhor(a) foi escolhido para participar. A participação neste estudo é absolutamente voluntária e, caso autorize a continuidade da participação, o(a) senhor(a) receberá uma via assinada deste documento, que contém todas as explicações.

Por favor, leia as informações com atenção e fique à vontade para fazer qualquer pergunta. O(A) senhor(a) (ou o seu parente de primeiro grau) poderá discutir este estudo com o resto da sua família, com amigos ou com o seu médico, antes de fornecer seu consentimento.

Os pacientes selecionados para participar do estudo são pacientes que estão em ventilação mecânica e que apresentam no momento da seleção um grande volume de secreção respiratória. Neste estudo avaliaremos o impacto do uso da máquina de tosse sobre a remoção de secreções respiratórias em pacientes em ventilação mecânica, constatado pela redução do número de aspirações traqueais necessárias, ao longo de 12 horas após a sua aplicação. A máquina de tosse é um aparelho com conceitos similares a de um ventilador mecânico do qual o paciente já faz uso no momento. Estudos anteriores já demonstraram segurança no uso dessa terapia.

O tempo de terapia é relativamente curto. Durante alguns minutos o paciente é desacoplado da ventilação mecânica e acoplado no dispositivo. Cabe salientar que durante o uso da terapia ele continua “respirando” normalmente pois o dispositivo também funciona como um ventilador mecânico. A terapia será realizada até que o profissional responsável identifique que toda a secreção em vias aéreas foi eliminada. Logo após a terapia o paciente retorna novamente para a ventilação mecânica.

O acúmulo de secreções traqueais em pacientes internados dentro de unidades de terapia intensiva pode ser um dos fatores que impede a recuperação plena dos mesmos, muitas das vezes levando a um maior tempo de uso da ventilação mecânica. Portanto a terapia com o uso da máquina de tosse poderia de alguma forma acelerar a retirada do paciente do ventilador mecânico, levando a um menor tempo de internação na unidade.

A participação no estudo não gera nenhum custo, nem qualquer vantagem financeira. O(A) senhor(a) (ou o seu parente de primeiro grau) tem pleno direito de

recusar a continuidade da participação. Se o(a) senhor(a) (ou o seu parente de primeiro grau) optar por retirar o consentimento do estudo após ter aceitado, tem o direito de fazer isso a qualquer momento e não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o senhor(a) é atendido(a) pelo pesquisador, que tratará as informações com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos. Independentemente de sua decisão, a relação com o médico ou o tratamento do participante nesta instituição não serão afetados. Caso tome esta decisão, o(a) senhor(a) (ou o seu parente de primeiro grau) deverá avisar o médico ou a equipe do estudo. Eles garantirão que os procedimentos apropriados sejam seguidos para efetuar esta retirada e o acompanhamento médico de rotina do participante não será interrompido ou modificado. O médico do estudo poderá interromper o tratamento do estudo se a permanência for prejudicial à saúde do participante. De qualquer forma, a assistência integral que for necessária para garantir a recuperação do participante será dada pelo tempo necessário até a total recuperação nesta unidade e será garantida pelo estudo, não sendo cobrada do(a) senhor(a) ou dele.

Um possível benefício desse estudo seria a menor necessidade de aspirações traqueais durante a internação. Aspiração traqueal é um procedimento invasivo realizado rotineiramente nas unidades de terapia intensiva com a finalidade de retirar secreção das vias aéreas do paciente. Por se tratar de um método invasivo a redução em seu uso poderia ser benéfica.

Este estudo apresenta baixo risco pois o conceito do dispositivo utilizado é similar ao do próprio ventilador mecânico que o paciente já faz uso. Outros estudos realizados já demonstraram segurança, portanto não se trata de uma intervenção experimental. O principal risco seria o pneumotórax (escape de ar dos pulmões para

o espaço pleural), porém o mesmo seria perfeitamente controlado e evitado através do uso de pressões em níveis seguros.

Será garantida ao participante a assistência médica durante toda a sua participação no estudo e evidentemente mantidos todos seus direitos, inclusive de garantias de indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, durante a sua participação e até a conclusão deste projeto. Será garantida assistência imediata e integral pelo tempo que for necessário aos participantes de pesquisa no que se refere às complicações e danos decorrentes da pesquisa durante o período de vigência deste estudo.

Durante a participação a equipe do estudo terá todo o cuidado para garantir que nenhum dano seja causado e que qualquer risco seja minimizado. Todos os profissionais que atuam neste estudo são treinados para garantir que todas as ações que podem prevenir qualquer problema sejam tomadas antes que isto possa gerar um desconforto no participante.

O senhor(a) ou o SUS não serão onerados com a participação no estudo. Os exames realizados foram e serão os usualmente feitos caso o participante ou seu familiar, não estivesse participando deste estudo, portanto, não houve nem haverá solicitação adicional das solicitações que já serão feitas durante a internação. O(A) senhor(a) não terá nenhum ganho ou prejuízo financeiro por participar deste estudo. Além disso, a participação no estudo não envolve nenhum custo para o(a) senhor(a), pois a participação será durante a sua internação na unidade de terapia intensiva desta instituição. Desta forma, todas as eventuais despesas tidas com a pesquisa serão de responsabilidade do pesquisador responsável/patrocinador, isto é, o participante da pesquisa e seu acompanhante não arcarão com nenhum custo referente a procedimentos e/ou exames do estudo.

Este estudo só pode ser realizado através da coleta e uso das informações clínicas **do participante**. Os registros da sua participação neste estudo serão mantidos sob sigilo e confidencialidade e serão acessados de forma restrita, apenas por pessoas ligadas ao estudo (pesquisadores e representantes do patrocinador do estudo), que irão transferir as informações clínicas para formulários específicos (que não possuem informações que possam identificá-lo(a) e verificar se o estudo está sendo realizado apropriadamente. Apenas um número, iniciais e/ou data de nascimento serão utilizados para a identificação. A confidencialidade e privacidade de todas as informações serão asseguradas. Seu nome, não será identificado em nenhum relatório ou publicação do estudo.

Caso esteja de acordo, o seu médico particular será informado de sua participação no estudo. Os resultados desta pesquisa serão divulgados para fins acadêmicos e científicos. Em respeito à Constituição Federal Brasileira (art. 5º, inciso X), às normas do Conselho Federal de Medicina e diretrizes éticas nacionais e internacionais vigentes, sua intimidade, vida privada, honra e imagem, serão preservados de forma que nenhuma informação que possa revelar a identidade do participante será fornecida nestas publicações. Após publicações científicas, os dados coletados para a pesquisa se tornarão públicos e poderão ser compartilhados com outros pesquisadores mediante solicitação e avaliação por parte do centro coordenador do estudo, com a finalidade de apoiar novos estudos ou sub estudos, mantendo o compromisso legal e ético de não revelar nenhum dado que possibilite identificá-lo(a). Ao aceitar participar deste estudo, você estará dando sua permissão para ambos os tipos de publicações.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (CEP HU-UFJF). O Comitê de Ética é um grupo que realiza a revisão ética inicial e contínua do estudo para manter a segurança do participante e proteger seus direitos. Se o(a)

senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação aos aspectos éticos do estudo, fique à vontade para entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora no telefone: (32) 4009-5167, endereço: Rua Catulo Breviglieri, s/n, Bairro Santa Catarina, Juiz de Fora-MG, CEP 36036110, ou por e-mail: cep.hu@ufjf.edu.br. O atendimento é: excepcionalmente, pela pandemia, o atendimento está sendo feito apenas por e-mail (cep.hu@ufjf.edu.br).

A equipe do estudo está à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos antes, durante e após o estudo:

Investigador: Dr. Bruno do Valle Pinheiro

Telefone: (32) 99977-6584

Instituição e Endereço: Unidade de Cuidados Intensivos do Hospital Universitário da UFJF. Rua Catulo Breviglieri, s/n, Bairro Santa Catarina, Juiz de Fora-MG, CEP 36036110.

Serão fornecidas ao (à) senhor(a) quaisquer informações que forem descobertas durante o estudo e que possam influenciar na sua decisão de continuar aceitando a participação ou não neste estudo.

Outras informações:

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido é elaborado em duas vias, sendo rubricadas em todas as suas páginas e assinadas ao final pelo representante legal do participante, assim como pelo pesquisador responsável, ou pela(s) pessoa(s) por ele delegada(s). Uma destas vias ficará com você e outra com o pesquisador. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O (A) senhor (a) não será identificado (a) em

nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos.

Eu, _____, portador do documento de identidade _____ fui informado (a) dos objetivos do estudo **Impacto da insuflação-exsuflação mecânica sobre a necessidade de aspiração traqueal em pacientes em ventilação mecânica e com hipersecreção respiratória** de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de _____.

| | |
|---|---------------|
| _____ Nome e assinatura do (a) participante | _____ Data |
| _____ Nome e assinatura do (a) pesquisador (a) | _____ Data |
| _____ Nome e assinatura da testemunha | _____ Data |

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa HU-UFJF:

Rua Catulo Breviglieri, s/nº - Bairro Santa Catarina
CEP: 36036-110 - Juiz de Fora – MG
Telefone: 4009-5167
E-mail: cep.hu@ufjf.edu.br

APÊNDICE E

ESTRATÉGIAS DE BUSCA

MEDLINE

Database(s): Ovid MEDLINE(R) and Epub Ahead of Print, In-Process, In-Data-Review & Other Non-Indexed Citations and Daily 1946 a 31 de julho de 2025

| # | Searches | Results |
|----|---|-----------|
| 1 | (cough* adj2 assist*).ti,ab,kw. | 287 |
| 2 | (CoughAssist* or Pegaso* or Cofflator* or Cof-flator* or cough machine*).ti,ab,kw. | 72 |
| 3 | (cough* adj2 augment*).ti,ab,kw. | 78 |
| 4 | (in-exsufflator* or in-exsufflation*).ti,ab,kw. | 45 |
| 5 | (insufflat* adj1 exsufflat*).ti,ab,kw. | 171 |
| 6 | MI-E.ti,ab,kw. | 98 |
| 7 | (cough* adj2 flow*).ti,ab,kw. | 419 |
| 8 | (cough adj1 peak flow) ti,ab,kw. | 97 |
| 9 | (Intensive Care Units or Respiration, Artificial or Critical Illness or Tracheostomy or Intubation, Intratracheal or Respiratory Insufficiency or Mechanical Ventilation).ti,ab,kw. | 109.799 |
| 10 | exp Animals/ not (exp Animals/ and Humans/) | 4.979.979 |
| 11 | exp Pediatrics/ or (pediatr* or paediatr* or child* or newborn* or infant*).ti. | 1.257.007 |
| 12 | (exp Child/ or exp Infant/) not exp Adult/ | 1.806.061 |
| 13 | 1 or 2 or 3 or 4 or 5 or 6 or 7 or 8 | 862 |
| 14 | 9 and 13 | 219 |
| 15 | 10 and 11 and 12 | 7.130.446 |
| 16 | 14 not 15 | 189 |

WEB OF SCIENCE - Coleção Principal (Clarivate Analytics):

31 de julho de 2025

((TS=(((cough* NEAR/2 assist*) OR (CoughAssist* or Pegaso* or Cofflator* or Cof-
flator* or cough machine*) OR (cough* NEAR/2 augment*) OR ("in-exsufflator" or "in-
exsufflators" or "in-exsufflation" or "in-exsufflations") OR (insufflat* NEAR/1 exsufflat*)
OR("MI-E") OR (cough* NEAR/2 flow*) OR (cough NEAR/1 peak flow)))) AND
TS=(((“Intensive Care Units”) OR (“Artificial Respiration”) OR (“Critical Illness”) OR
 (“Tracheostomy”) OR (“Intratracheal Intubation”) OR (“Respiratory Insufficiency”) OR
 (“Mechanical Ventilation”)))) NOT TI=((pediatr* or paediatr* or child* or newborn* or
infant*)) NOT TS=((animals NOT humans))

250

EMBASE

31 de julho de 2025

| # | Searches | Results |
|----|--|-----------|
| 1 | (cough* NEAR/2 assist*):ti,ab,kw | 536 |
| 2 | (CoughAssist* OR Pegaso* OR Cofflator* OR 'Cof-flator*' OR 'cough machine*'):ti,ab,kw | 171 |
| 3 | (cough* NEAR/2 augment*):ti,ab,kw | 122 |
| 4 | (in-exsufflator* or in-exsufflation*):ti,ab,kw | 86 |
| 5 | (insufflat* NEAR/1 exsufflat*):ti,ab,kw | 288 |
| 6 | 'mi-e':ti,ab,kw | 206 |
| 7 | (cough* NEAR/2 flow*):ti,ab,kw | 699 |
| 8 | (cough NEAR/1 'peak flow'):ti,ab,kw | 540 |
| 9 | ('Intensive Care Units' or 'Respiration, Artificial' or 'Critical Illness' or 'Tracheostomy' or 'Intubation, Intratracheal' or 'Respiratory Insufficiency' or 'Mechanical Ventilation'):ti,ab,kw | 167.988 |
| 10 | ('animal experiment'/exp OR 'animal model'/exp OR 'nonhuman'/exp OR 'vertebrate'/exp) NOT ('human'/exp OR 'human experiment'/exp) | 7.408.635 |
| 11 | pediatrics/exp or (pediatr* or paediatr* or child* or newborn* or infant*):ti | 1.635.773 |
| 12 | 'child'/exp NOT 'adult'/exp | 2.305.999 |
| 13 | 1 or 2 or 3 or 4 or 5 or 6 or 7 or 8 | 1.504 |
| 14 | 9 and 13 | 387 |
| 15 | 14 not 10 not 11 not 12 | 22 |

Scopus

31 de julho de 2025

| # | Searches | Results |
|----|---|------------|
| 1 | TITLE-ABS-KEY (cough* W/2 assist*) | 443 |
| 2 | TITLE-ABS-KEY (CoughAssist* OR Pegaso* OR Cofflator* OR "Cof-flator*" OR "cough machine*") | 343 |
| 3 | TITLE-ABS-KEY (cough* W/2 augment*) | 105 |
| 4 | TITLE-ABS-KEY (in-exsufflator* or in-exsufflation*) | 73 |
| 5 | TITLE-ABS-KEY (insufflat* W/1 exsufflat*) | 253 |
| 6 | TITLE-ABS-KEY ("mi-e") | 174 |
| 7 | TITLE-ABS-KEY (cough* W/2 flow*) | 615 |
| 8 | TITLE-ABS-KEY (cough W/1 "peak flow") | 149 |
| 9 | TITLE-ABS-KEY ("Intensive Care Units" or "Respiration, Artificial" or "Critical Illness" or "Tracheostomy" or "Intubation, Intratracheal" or "Respiratory Insufficiency" or "Mechanical Ventilation") | 413.957 |
| 10 | ("animal experiment" OR "animal model" OR "nonhuman" OR "vertebrate") | 7.406.360 |
| 11 | TITLE (pediatr* or paediatr* or child* or newborn* or infant*) | 1.635.195 |
| 12 | "child*" not "adult*" | 1.724.806 |
| 13 | 1 or 2 or 3 or 4 or 5 or 6 or 7 or 8 | 1.542 |
| 14 | 9 and 13 | 487 |
| 15 | 10 or 11 or 12 | 10.218.262 |
| 16 | 14 not 15 | 380 |

CENTRAL/Cochrane Library

31 de julho de 2025

| # | Searches | Results |
|----|---|---------|
| 1 | (cough* near/2 assist*):ti,ab,kw | 93 |
| 2 | (CoughAssist* or Pegaso* or Cofflator or Cof-flator* or (cough next machine*)):ti,ab,kw | 28 |
| 3 | (cough* near/2 augment*):ti,ab,kw | 31 |
| 4 | (in-exsufflator* or in-exsufflation*):ti,ab,kw | 22 |
| 5 | (insufflat* near/1 exsufflat*):ti,ab,kw | 63 |
| 6 | (MI-E):ti,ab,kw | 64 |
| 7 | (cough* near/2 flow*):ti,ab,kw | 154 |
| 8 | (cough peak flow) ti,ab,kw. | 714 |
| 9 | (Intensive Care Units or Respiration, Artificial or Critical Illness or Tracheostomy or Intubation, Intratracheal or Respiratory Insufficiency or Mechanical Ventilation):ti,ab,kw. | 45.985 |
| 10 | (pediatr* or paediatr* or child* or newborn* or infant*):ti | 113.461 |
| 11 | MeSH descriptor: [Pediatrics] explode all trees | 724 |
| 12 | #1 or #2 or #3 or #4 or #5 or #6 or #7 or #8 | 867 |
| 13 | 10 or 11 | 113.653 |
| 14 | 9 and 12 | 137 |
| 15 | 14 not 13 | 128 |

LILACS/ BVS

31 de julho de 2025


((cough* AND assist*) OR (cough* AND augment*) OR (coughassist*) OR (pegaso* OR cofflator* OR "Cof-flator*" OR "cough machine*") OR (in-exsufflator* OR in-exsufflation* OR insufflat* OR exsufflat*) OR ("mi-e")) AND NOT (ti:(pediatr* OR paediatr* OR child* OR newborn* OR infant*)) AND (db:("LILACS"))

769

ANEXO A

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HU-UFJF

Pesquisa Transversal




Público
Pesquisador
Alterar Meus Dados


Cadastros

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise do uso da Máquina de Tosse nas Unidades de Terapia Intensiva Adulto Brasileiras: uma Pesquisa Nacional
Pesquisador Responsável: Bruno do Valle Pinheiro
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 51608321.5.0000.5133
Submetido em: 09/09/2021
Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF
Situação da Versão do Projeto: Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1810967

DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 1

Pendência Documental (PO) - Versão 1

Currículo dos Assistentes
Documentos do Projeto

Comprovante de Recepção - Submissão
Folha de Rosto - Submissão 3
Informações Básicas do Projeto - Subm
Orçamento - Submissão 3
Outros - Submissão 3
Projeto Detalhado / Brochura Investigae
TCLE / Termos de Assentimento / Justif

Apreciação 3 - Hospital Universitário da Un


Projeto Completo

| Tipo de Documento | Situação | Arquivo | Postagem | Ações |
|-------------------|----------|---------|----------|-------|
|-------------------|----------|---------|----------|-------|

ANEXO B

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HU-UFJF

Estudo Cruzado



Público Pesquisador Alterar Meus Dados

Cadastros

DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Impacto da insuflação-exsufilação mecânica sobre a necessidade de aspiração traqueal em pacientes em ventilação mecânica e com hipersecreção

Pesquisador Responsável: Bruno do Valle Pinheiro

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 60144922.6.0000.5133


Submetido em: 29/06/2022


Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

Situação da Versão do Projeto: Aprovado

Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1834127

DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA

Versão Atual Aprovada (PO) - Versão 1

Pendência Documental (PO) - Versão 1

Curriculo dos Assistentes

Documentos do Projeto

Comprovante de Recepção - Submissã

Declaração de Instituição e Infraestrutu

Declaração de Pesquisadores - Submis

Folha de Rosto - Submissão 3

Informações Básicas do Projeto - Subm

Orçamento - Submissão 3

Outros - Submissão 3

Projeto Detalhado / Brochura Investiga

Solicitação registrada pelo CEP - Subm

TCLE / Termos de Assentimento / Justif

Apreciação 3 - Hospital Universitário da Un

Projeto Completo

| Tipo de Documento | Situação | Arquivo | Postagem | Ações |
|-------------------|----------|---------|----------|-------|
|-------------------|----------|---------|----------|-------|