



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE MEDICINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PNEUMOLÓGICAS

LAURA CORDEIRO MADEIRA

TESE DE DOUTORADO

**MARCADORES ULTRASSONOGRÁFICOS PARA PREDIÇÃO DE SUCESSO DE
EXTUBAÇÃO: UM ESTUDO DE COORTE PROSPECTIVO**

Porto Alegre, dezembro de 2023

LAURA CORDEIRO MADEIRA

**MARCADORES ULTRASSONOGRÁFICOS PARA PREDIÇÃO DE SUCESSO DE
EXTUBAÇÃO: UM ESTUDO DE COORTE PROSPECTIVO**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em
Ciências Pneumológicas, Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, como requisito parcial para o título de
Doutor em Ciências Pneumológicas

Orientador: Prof Paulo de Tarso Dalcin

Co-orientador: Dr Felipe Leopoldo Dexheimer Neto

Porto Alegre, 2023

MARCADORES ULTRASSONOGRÁFICOS PARA PREDIÇÃO DE SUCESSO DE EXTUBAÇÃO: UM ESTUDO DE COORTE PROSPECTIVO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Pneumológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de doutora em Ciências Pneumológicas.

Aprovado em: 18 de dezembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Dr Luiz Antônio Nasi

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dr Cassiano Teixeira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dra Juçara Gasparetto Maccari

Hospital Moinhos de Vento

Prof Dr Paulo de Tarso Dalcin (orientador)

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

FICHA CATALOGRÁFICA

CIP - Catalogação na Publicação

Madeira, Laura Cordeiro
Marcadores Ultrassonográficos para predição de
sucesso de extubação: um estudo de coorte prospectivo
/ Laura Cordeiro Madeira. -- 2023.
94 f.
Orientador: Paulo de Tarso Dalcin.

Coorientador: Felipe Leopoldo Dexheimer Neto.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de
Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas, Porto Alegre,
BR-RS, 2023.

1. Ventilação Mecânica. 2. Ultrassonografia de
intervenção. 3. Desmame do respirador. 4. Cuidado
crítico. I. Dalcin, Paulo de Tarso, orient. II.
Dexheimer Neto, Felipe Leopoldo, coorient. III.
Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

AGRADECIMENTOS

Estendo minha sincera gratidão aos meus pais, Angela e Nadir, pela dedicação incansável, constante incentivo e amor incondicional. Pai, mesmo tendo partido nessa jornada, sei que estás sempre comigo. Agradeço à minha irmã Marina pelo apoio e encorajamento.

Sou profundamente grata ao meu esposo Otávio, que tem sido minha inspiração e impulso para crescimento pessoal. Obrigada por ser meu porto seguro, o melhor companheiro e pelo abraço reconfortante.

Aos meus colegas da Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Moinhos de Vento, obrigada pela parceria diária e apoio inabalável. Este projeto é tão de vocês quanto é meu.

Agradeço especialmente à minha querida amiga Amália Bielemann, cuja assistência e apoio foram inestimáveis na concepção deste projeto. Sua confiança no meu potencial significa muito.

Gostaria de expressar minha gratidão a toda equipe de Terapia Intensiva do Hospital Moinhos de Vento por tornar este estudo possível. Seja pela colaboração nas inclusões de pacientes, dedicação durante os exames à beira do leito ou orientação ao longo do estudo.

Meu agradecimento ao meu orientador, Professor Paulo de Tarso Dalcin, pelo estímulo, confiança e apoio durante toda a realização do projeto. Também agradeço ao meu coorientador e colega de trabalho, Dr. Felipe Dexheimer. Sem seu estímulo e apoio constantes, este projeto não teria saído do papel. Obrigada por sempre acreditar em mim.

Esta tese de Doutorado segue o formato proposto pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas da Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sendo apresentada na forma de uma breve introdução sobre o assunto, seguida de dois manuscritos originais sobre o tema da tese.

Artigo 1: Ultrasonographic Markers for Predicting Successful Extubation within 72 hours: A Prospective Cohort Study

Artigo 2: Exploration of Physiological and Ultrasonographic Features in the Process of Weaning from Mechanical Ventilation in COVID-19 Patients Compared to Non-COVID-19 Patients

RESUMO

A ventilação mecânica invasiva (VMi) é essencial para pacientes com condições críticas, abrangendo problemas respiratórios, cardiovasculares e neurológicos. O desmame desses pacientes representa um desafio, consumindo até 40% do tempo de tratamento. A falha na extubação acomete aproximadamente 15% a 20% dos pacientes, resultando em desfechos adversos, como aumento da mortalidade. Identificar esses pacientes de alto risco é crucial, embora as ferramentas atuais de triagem sejam limitadas.

Diversos fatores, como insuficiência cardíaca, tosse ineficaz e fraqueza muscular, estão associados ao insucesso na extubação. A disfunção diafragmática relacionada à ventilação mecânica é objeto de estudos, e vem mostrando associação com falha no desmame. Estudos também indicam que uma melhor aeração pulmonar está associada a maiores chances de sucesso na retirada do suporte.

A introdução da ultrassonografia à beira do leito tem proporcionado avaliações detalhadas em cenários de terapia intensiva, incluindo o desmame da VMi. Frente a isto, realizamos um estudo de coorte para avaliar a precisão da ultrassonografia após o teste de ventilação espontânea (TVE) na previsão do sucesso da extubação. Dos 76 pacientes incluídos, 57 tiveram sucesso na extubação em 72 horas. No entanto, a avaliação ultrassonográfica da aeração pulmonar (Lung Ultrasound Score – LUS), da excursão diafragmática (ED) e da fração de espessamento do diafragma (FED) não se mostrou diferente entre os grupos sucesso e falha de extubação: 17 (IQR 25-75 14-23) vs. 19 (IQR 25-75 11-25), OR 0.95 (0.85;1.05); 1.72 (IQR 25-75 1.37-2.18) vs. 1.95 (IQR 25-75 1.73-2.31), OR 0.6 (0.28;1.28); 25% (IQR 25-75 15,5-31,5%) vs. 30% (IQR 25-75 20-36%), 0.99 (0.95;1.04), respectivamente. A área sob a curva para LUS, ED e FED foi 0.53 (0.36-0.71), 0.6 (0.45-0.75), 0.59 (0.44-0.75), respectivamente. A análise de subgrupos não demonstrou diferenças nos escores mesmo quando considerando a forma de realização do TVE. Ao avaliar separadamente pacientes com COVID-19, embora os escores fossem mais altos no grupo falha, não houve significância estatística.

Conclui-se que, neste estudo, a avaliação ultrassonográfica não foi um preditor eficaz para o sucesso na extubação. Contudo, a heterogeneidade da população devido à pandemia de COVID-19 pode ter influenciado os resultados. Novos estudos, idealmente um ensaio clínico randomizado, com populações mais homogêneas e métodos padronizados são necessários para validar essa abordagem.

ABSTRACT

The invasive mechanical ventilation (IMV) is crucial for critically ill patients, encompassing respiratory, cardiovascular, and neurological issues. Weaning these patients poses a challenge, occupying up to 40% of treatment time. Extubation failure affects approximately 15% to 20% of patients, leading to adverse outcomes like increased mortality. Identifying these high-risk patients is critical, although current screening tools are limited.

Several factors, such as heart failure, ineffective cough, and muscle weakness, are associated with extubation failure. Diaphragmatic dysfunction linked to mechanical ventilation is under study, showing an association with weaning failure. Studies also suggest that better lung aeration is linked to higher success rates in removing support.

The introduction of bedside ultrasonography has provided detailed assessments in intensive care settings, including IMV weaning. Hence, we conducted a cohort study to assess the accuracy of lung and diaphragm ultrasonography following a spontaneous breathing trial (SBT) in predicting extubation success. Among the 76 included patients, 57 succeeded in extubation within 72 hours. However, ultrasonographic assessment of lung aeration (Lung Ultrasound Score - LUS), diaphragmatic excursion (DE), and diaphragm thickening fraction (DTF) showed no difference between the success and failure groups of extubation: 17 (IQR 25-75 14-23) vs. 19 (IQR 25-75 11-25), OR 0.95 (0.85;1.05); 1.72 (IQR 25-75 1.37-2.18) vs. 1.95 (IQR 25-75 1.73-2.31), OR 0.6 (0.28;1.28); 25% (IQR 25-75 15.5-31.5%) vs. 30% (IQR 25-75 20-36%), 0.99 (0.95;1.04), respectively. The area under the curve for LUS, DE, and DTF was 0.53 (0.36-0.71), 0.6 (0.45-0.75), 0.59 (0.44-0.75), respectively. Subgroup analysis revealed no score differences even when considering the method of conducting the spontaneous breathing trial (SBT). When separately evaluating COVID-19 patients, although the scores were higher in the failure group, there was no statistical significance.

Consequently, in this study, ultrasonographic assessment didn't effectively predict extubation success. However, the population's heterogeneity due to the COVID-19 pandemic might have influenced the results. Further studies, ideally randomized clinical trials, with more homogeneous populations and standardized methods, are necessary to validate this approach.

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

TABELAS

INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Tabela 1: Resumo de estudos sobre o uso de US torácico no desmame da VMI. _29

ARTIGO 1

Table 1. Demographic characteristics of the studied sample. _____ 61

Table 2. Outcomes of Extubation failure and Extubation success. _____ 62

Table 3. Ultrasonographic Evaluation in the Failed and Successful Extubation Groups. ____ 62

Table 4. Area Under the Curve for Ultrasound variables. _____ 62

Table 5. Ultrasonographic Evaluation in the COVID-19 in the Failed and Successful Extubation Groups within 72 hours. _____ 63

Table 6. Ultrasonographic Evaluation in the Non-COVID-19 in the Failed and Successful Extubation Groups within 72 hours. _____ 63

Table 7. Ultrasonographic Evaluation in the patients who underwent SBT in T-tube. _____ 63

Table 8. Ultrasonographic Evaluation in the patients who underwent SBT in PSV. _____ 64

Table 9. Ultrasonographic Evaluation in the Failed and Successful Extubation Groups within 7 days. _____ 64

ARTIGO 2

Table 1: Demographic characteristics of the studied sample _____ 82

Table 2: Multivariate analysis of ultrasonographic variables in COVID versus non-COVID patients. _____ 83

Table 3: Ultrasonographic Evaluation in the COVID-19 in the Failed and Successful Extubation Groups within 72 hours	83
--	----

FIGURAS

INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Figura 1: Modos de realização de Teste de Ventilação Espontânea. A: Modo Pressão de Suporte; B: Modo Tubo T	19
--	----

Figura 2: (A) Janelas do LUS; (B) Aeração pulmonar normal: pontuação zero (0); (C) Perda moderada da aeração pulmonar: pontuação um (1); (D) Perda importante da aeração pulmonar: pontuação dois (2); (E) Consolidação pulmonar: pontuação três (3).	21
--	----

Figura 3: Figura 3: Corte unidimensional de avaliação da excursão diafragmática.	23
---	----

Figura 4: Corte unidimensional do diafragma para avaliação da espessura.	23
---	----

ARTIGO 1

Figure 1: Flow chat demonstrating the number of recruited patients	65
---	----

Figure 2: ROC curve of variables Lung Ultrasound Score, (LUS), Diaphragmatic Excursion (DE) and Diaphragmatic Thickening Fraction (DTF)	65
--	----

Figure 3: Box Plot with ultrasound variables: A: Lung Ultrasound Score (LUS), B: Diaphragmatic Excursion (DE), C: Diaphragmatic Thickening Fraction (DTF) in patients with extubation failure and extubation success.	66
---	----

Figure 4: Pearson correlation plot among ultrasonographic variables: A: Lung Ultrasound Score vs Diaphragmatic Thickening Fraction (DTF); B: LUS vs Diaphragmatic Excursion (DE); C: DTF vs DE.	67
---	----

ARTIGO 2

Figure 1: Box Plot with ultrasound variables in COVID-19 patients versus NonCOVID-19 – Lung Ultrasound Score (LUS); Median Diaphragmatic Excursion (DE), Median Diaphragmatic Thickening Fraction (DTF)_____84

LISTA DE ABREVIATURAS

Introdução e referencial teórico

AUC – do inglês, *Area Under the Curve*: área sob a curva

COVID-19 – Coronavirus Disease 19

CTI – Centro de Tratamento Intensivo

DD – Disfunção Diafragmática

DFe – Diafragma Final da expiração

DFi – Diafragma Final da inspiração

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

E - Especificidade

ED – Excursão Diafragmática

FED – Fração de Espessamento Diafragmático

FiO₂ – Fração Inspirada de Oxigênio

FR – Frequência Respiratória

ICU-AW – do inglês, *Intensive Care Unit Acquired Weakness*: fraqueza adquirida na unidade de tratamento intensivo

IRpA – Insuficiência Respiratória Aguda

IRRS – Índice de Respiração Rápida Superficial

LUS – do inglês, *Lung Ultrasound Score*: Escore de Ultrassom Pulmonar

LUSm – do inglês, *Lung Ultrasound Score modified*: Escore de Ultrassom Pulmonar modificado

MRC – do inglês, *Medical Research Council: Conselho de Pesquisa Médica*

pCO_2 - pressão parcial do gás carbônico

PEEP – do inglês, *positive end-expiratory pressure*: pressão expiratória final positiva.

PIM – Pressão Inspiratória Máxima

POCUS – do inglês, *Point of Care Ultrasound*: Ultrassom à beira do leito

PP – Peso Predito

PSV – do inglês, *Pressure Support Ventilation*: Ventilação a Pressão de Suporte

S - Sensibilidade

SDRA - Síndrome Desconforto Respiratório Agudo

TPIA – do inglês, *Time to Peak inspiratory amplitude*: Tempo para o pico de amplitude inspiratória

TVE – Teste de Ventilação Espontânea

US - Ultrassom

VC – Volume Corrente

VIDD – do inglês, *Ventilation Induced Diaphragm Dysfunction*: Disfunção Diafragmática induzida pela ventilação

VMi - Ventilação Mecânica Invasiva

Artigo 1:

APACHE II - Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II

ARDS - Acute Respiratory Distress Syndrome

AUC - Area Under the Curve

BMI – Body Mass Index

COVID-19 - Coronavirus Disease 19

DD - Diaphragmatic Dysfunction

DE - Diaphragmatic Excursion

DTe – Diaphragmatic Thickness at the end expiration

DTi – Diaphragmatic Thickness at the end inspiration

DTF - Diaphragmatic Thickening Fraction

FIO₂ - Fraction of Inspired Oxygen

HFNC - High-Flow Nasal Cannula

ICU - Intensive Care Unit

IMV - Invasive Mechanical Ventilation

LUS - Lung Ultrasound Score

MIP - Maximal Inspiratory Pressure

NIV - Non-invasive Ventilation

OIT - Orotracheal Intubation

OR - Odds Ratio

PCO₂ - Partial Pressure CO₂

PEEP - Positive End-expiratory Pressure

PS - Pressure Support

PSV - Pressure Support Ventilation

ROC - Receiver operator characteristic

RRT - Renal Replacement Therapy

RRT - Renal Replacement Therapy

RSBI - Rapid Shallow Breathing Index

SBT - Spontaneous Breathing Trial

SPSS - Statistical Packages for the Social Sciences

US – Ultrasound

Artigo 2:

APACHE II - Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II

ARDS - Acute Respiratory Distress Syndrome

COVID-19 - Coronavirus Disease 19

DE - Diaphragmatic Excursion

DTe – Diaphragmatic Thickness at the end expiration

DTF - Diaphragmatic Thickening Fraction

DTi – Diaphragmatic Thickness at the end inspiration

ICU – Intensive Care Unit

IMV - Invasive Mechanical Ventilation

LUS - Lung Ultrasound Score

PSV - Pressure Support Ventilation

RRT - Renal Replacement Therapy

SBT - Spontaneous Breathing Trial

SPSS - Statistical Packages for the Social Sciences

SUMÁRIO

1. Introdução e referencial teórico	18
1.1 Ventilação Mecânica Invasiva e o desmame	18
1.2 Diafragma e o desmame da ventilação mecânica	19
1.3 Ultrassom torácico e aplicação no desmame	20
2. Justificativa	29
3. Objetivos	30
4. Referências da introdução	31
Artigo 1. Ultrasonographic Markers for Predicting Successful Extubation within 72 hours: A Prospective Cohort Study	39
Artigo 2. Exploration of Physiological and Ultrasonographic Features in the Process of Weaning from Mechanical Ventilation in COVID-19 Patients Compared to Non-COVID-19 Patient	68
5. Conclusões	85
6. Considerações finais	86
7. Anexos e apêndices	
Anexo 1: Termo de consentimento livre e esclarecido	87
Anexo 2: Modelo predeterminado de US Torácico	90
Anexo 3: Parecer Consubstanciado do CEP e Plataforma Brasil	92

1. INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Ventilação Mecânica Invasiva (VMi) e seu desmame

A ventilação mecânica invasiva (VMi) é um suporte respiratório de pacientes que apresentam comprometimento significativo da função pulmonar ou do drive respiratório. Seu fornecimento ocorre através de um tubo endotraqueal conectado a um ventilador que permite administração controlada de oxigênio e remoção de dióxido de carbono. Conforme as condições que demandaram a necessidade da VMi forem resolvidas ou parcialmente controladas, deve-se pensar na retirada do suporte(1).

O desmame da VMi consiste na retirada do suporte ventilatório e também do tubo endotraqueal. A fase de desmame pode representar até 40% do tempo total de VMi (1, 2). Esse processo de retirada é um desafio clínico, visto que tanto decisões precoces quanto tardias estão associadas a um crescimento da morbimortalidade e a um maior custo de internação (3-7).

A extubação é normalmente realizada após a aprovação em um teste de ventilação espontânea (TVE), o qual pode ser feito através da desconexão do paciente do ventilador mecânico e colocação de tubo T com fornecimento de oxigênio ou por meio da redução de pressões no modo pressão de suporte no ventilador mecânico (1, 7, 8) (Figura 1). A maioria dos pacientes consegue ser extubada após a realização desse teste sem apresentar complicações. No entanto, aproximadamente 15% dos que são aprovados no TVE e consequentemente extubados necessitam reintubação (7-9). O número pode ser ainda mais elevado em populações de alto risco, como idosos ou pacientes com patologias pulmonares ou cardíacas (10). Esse grupo que falha apresenta uma probabilidade 31 vezes maior de requerer uma internação prolongada no Centro de Terapia Intensiva (CTI) e uma chance 7 vezes maior de enfrentar um desfecho fatal (11). Portanto, a identificação de indivíduos com maior risco de insucesso é de extrema importância no cenário da terapia intensiva, despertando interesse clínico e científico. No entanto, as ferramentas disponíveis e atualmente utilizadas para rastreamento, como o índice de respiração rápida superficial (IRRS) e a pressão inspiratória máxima (PIM), entre outras, parecem não possuir adequada acurácia para tal (1, 7, 12).

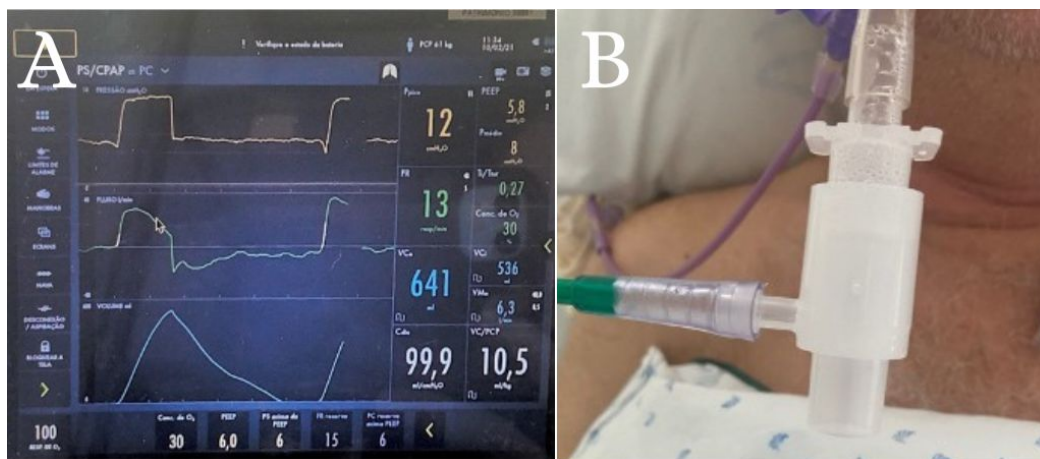


Figura 1: Modos de realização de Teste de Ventilação Espontânea. A: Modo Pressão de Suporte; B: Modo Tubo T

Certos fatores estão sabidamente associados a um maior risco de fracasso da retirada do suporte ventilatório, como a presença de insuficiência cardíaca congestiva, pneumonia como causa da falência respiratória, doença neuromuscular prévia, desnutrição, tosse ineficaz, um escore de gravidade elevado do dia da extubação e fraqueza muscular adquirida no CTI(9, 10, 12-14). A avaliação criteriosa desses fatores é essencial para determinar a abordagem mais adequada de desmame para cada paciente. Um paciente considerado apto para o desmame deve estar alerta e colaborativo, mostrar adequada força de tosse, ter a causa que o levou a necessitar de VMi resolvida ou parcialmente resolvida e estar utilizando parâmetros leves de VMi (fração inspirada de oxigênio - $FiO_2 < 0,5$; $PEEP < 8\text{cmH}_2\text{O}$; $FR < 30$)(1).

1.2 Diafragma e o desmame da Ventilação Mecânica

O diafragma, principal músculo da respiração, sofre complicações durante o processo de VMi, como a injúria e a atrofia das fibras musculares em decorrência da sua inatividade, mesmo após curtos períodos de 24 horas (15-21). Essa condição foi nomeada como disfunção diafragmática induzida pela ventilação (VIDD - ventilation induced diaphragm dysfunction). Em geral, ela é vista em pacientes mecanicamente ventilados e com sepse (22). Cada dia em VMi parece estar associado a uma perda de 6% de espessura do diafragma (23), enquanto sua disfunção apresenta-se duas vezes mais frequente que a fraqueza da musculatura periférica (24).

Estudos demonstraram que a VIDD está associada à falha de desmame ventilatório, a um elevado período de VMi (24-26) e a um risco consideravelmente maior de evoluir a óbito (22). No entanto, apesar da crescente evidência de que a disfunção do diafragma desempenha

um papel fundamental na dependência da VMI, sua função ainda é pouco monitorada nos CTIs (17). É provável que isso ocorra porque as ferramentas tradicionalmente utilizadas para o monitoramento da atividade contrátil, da força e das dimensões do diafragma, tais como a fluoroscopia, o estudo de estimulação do nervo frênico e a medição da pressão transdiafragmática, têm limitações e desvantagens (27). Entre elas, é possível citar: o uso de radiação ionizante, a indisponibilidade de instalações para monitoramento, a invasividade, a necessidade de transporte do paciente e de operadores habilidosos ou especificamente treinados (27). Além disso, essas medições não são projetadas para detectar mudanças na estrutura do diafragma (como a atrofia) que podem ser desencadeadas pela ventilação mecânica (15). Frente a necessidade de avaliação diafragmática mais acessível e disponível, o ultrassom diafragmático vem ganhando espaço no ambiente do doente crítico (28). A sua utilização na avaliação pré-extubação tem sido descrita como um possível novo preditor de desfecho nos pacientes que toleram o TVE (14, 26, 29, 30).

1.3 Ultrassom torácico e aplicação no desmame

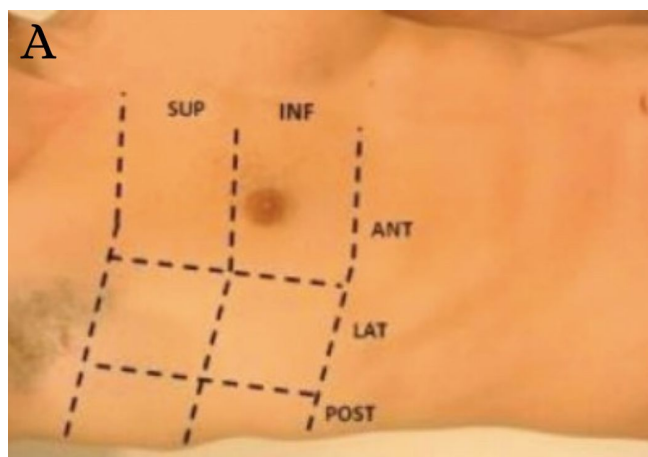
O ultrassom *point of care* (POCUS) vem sendo integrado em diversas áreas desde 1990. Com inúmeras aplicações clínicas, pode ser utilizado para guiar procedimentos, assim como para diagnóstico, monitorização, ressuscitação e rastreamento (31). No manejo de pacientes graves, ele se torna interessante em virtude de sua avaliação imediata feita à beira do leito, evitando, por muitas vezes, a necessidade de transporte do paciente para o setor da radiologia (32, 33). Compondo o POCUS, o ultrassom torácico engloba tanto a avaliação do parênquima pulmonar como do espaço pleural e do diafragma.

O ultrassom pulmonar permite analisar a alteração da aeração pulmonar do paciente crítico, considerando que todas as doenças podem alterá-la, gerando padrões ultrassonográficos distintos. Seu exame básico consiste na avaliação de deslizamento pleural, que corresponde ao movimento regular da linha pleural em cada ciclo respiratório. Além disso, inclui a definição de padrões pulmonares definidos como A ou B. No padrão A, identificamos a presença de linhas horizontais paralelas à pleura (linhas A), as quais representam artefatos de reverberação, sendo encontradas normalmente em indivíduos com aeração pulmonar inalterada; no padrão B, identificamos linhas verticais ($>$ ou $=$ 3) partindo da pleura, perpendiculares ao probe, com aspecto de cauda de cometa e que se movem a cada ciclo respiratório (linhas B). Este padrão em geral sugere edema pulmonar ou doença intersticial, podendo ser de maior ou menor intensidade. Importante destacar que, quando há perda total da aeração pulmonar, a região

aparece com aspecto ultrassonográfico idêntico ao de um órgão sólido, caracterizando um padrão de consolidação/atelectasia. O ultrassom pulmonar auxilia no diagnóstico de diferentes patologias (34), podendo atuar: como avaliação inicial de insuficiência respiratória aguda (35); no diagnóstico de edema agudo de pulmão (36); no diagnóstico de pneumonia (37); no diagnóstico de síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA)(38) e no de pneumotórax (39). Tem ainda a capacidade de monitorizar a resposta a alguns tratamentos, como o de pneumonia (40), além de guiar a ultrafiltração em pacientes em hemodiálise (41). Seu uso também é capaz de auxiliar no processo de desmame da VMI. Soummer et al. (2012) evidenciou que um escore de aeração pulmonar (LUS – Lung Ultrasound Score) menor de 13 pontos, ou seja, um pulmão mais aerado durante o TVE, esteve associado ao sucesso na extubação (42). Outros autores evidenciaram que até mesmo escores modificados estiveram associados com a predição de desmame (43).

Durante a pandemia de SARS-COV-2, o ultrassom pulmonar também foi amplamente utilizado. O LUS mostrou-se útil tanto na avaliação diagnóstica (44) quanto como ferramenta para prognosticar paciente com insuficiência respiratória (45).

O LUS consiste na avaliação dos espaços intercostais de 12 janelas: região anterior superior e inferior, lateral superior e inferior e região posterior superior e inferior bilateralmente. O escore de aeração pulmonar é calculado conforme 4 padrões de aeração pulmonar: (0) Aeração normal - deslizamento pleural presente com linhas A ou poucas linhas B (máximo 2); (1) Perda moderada de aeração pulmonar - linhas B bem definidas, múltiplas; (2) Perda importante da aeração pulmonar - múltiplas linhas B coalescentes; (3) Consolidação pulmonar - perda total da aeração. A pontuação é realizada conforme o pior padrão encontrado, podendo variar de 0-36 (42) (figura 2).



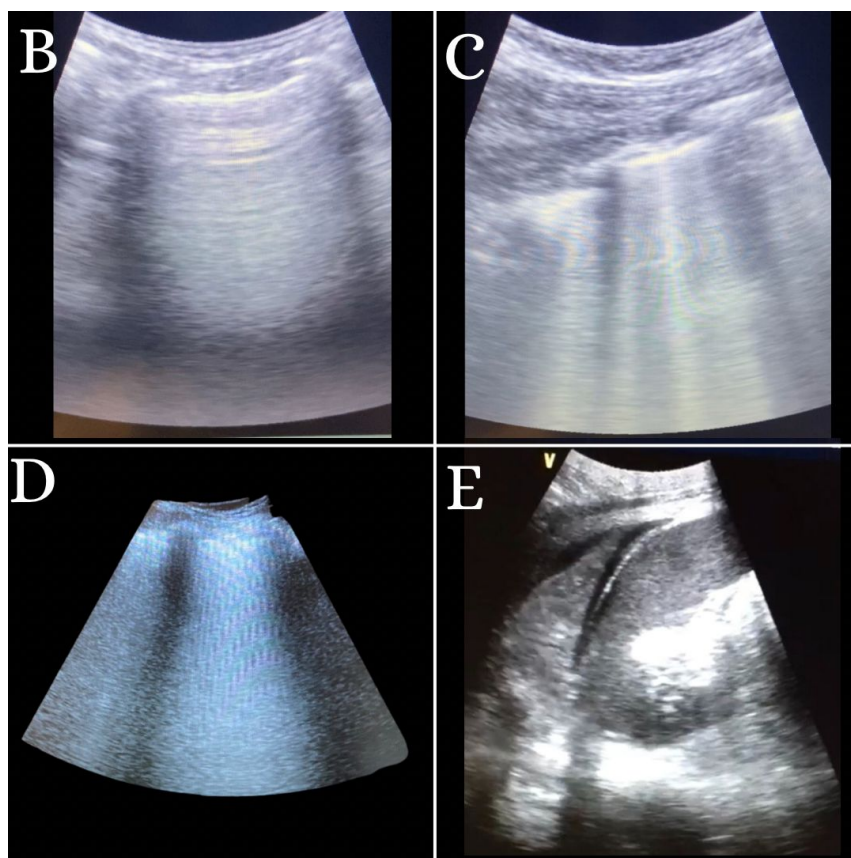


Figura 2 (A) Janelas do LUS; (B) Aeração pulmonar normal: pontuação zero (0); (C) Perda moderada da aeração pulmonar: pontuação um (1); (D) Perda importante da aeração pulmonar: pontuação dois (2); (E) Consolidação pulmonar: pontuação três (3)

O ultrassom diafragmático é um método já validado e reproduzível, quando comparado aos métodos de estimulação frênica, permitindo a avaliação funcional e dimensional do músculo (28, 46). Consiste em 2 métodos de análise: Excursão Diafragmática (ED) e Fração de Espessamento Diafragmático (FED). Para a avaliação da ED, utiliza-se o probe convexo de 3-5MHz. Há duas maneiras de avaliação: em uma delas, o probe é colocado imediatamente abaixo da margem costal direita ou esquerda na linha hemiclavicular, sendo direcionado medialmente, cefalocaudalmente e dorsalmente, de modo que o feixe de ultrassom atinja de forma perpendicular o terço posterior correspondente do hemidiafragma; na outra delas, é feita a colocação do probe na linha axilar anterior direita ou esquerda entre o oitavo e décimo espaço intercostal com o feixe de ultrassom direcionado para a cúpula hemidiafragmática em ângulo não igual a 70°. O modo bidimensional (2D) é inicialmente empregado para obter a melhor imagem, enquanto o modo M é utilizado para exibir o movimento das estruturas anatômicas ao longo da linha selecionada. O movimento inspiratório é caudal, uma vez que o diafragma se aproxima do probe, ao passo que o movimento expiratório é cranial, pois o diafragma afasta-se

do probe (Figura 3). Nesse modo, além da ED, ou seja, a sua amplitude, é possível medir também o tempo inspiratório e a duração do ciclo (46, 47). Para a avaliação da espessura do diafragma e consequente cálculo da FED, é usado o probe linear de 10MHz por se tratar de uma estrutura superficial; ele deve ser colocado na zona de aposição, onde as estruturas abdominais se inserem na parede torácica inferior. Em tal área, o diafragma é observado como uma estrutura composta por três camadas distintas: uma camada central não ecogênica, delimitada por duas camadas ecogênicas, o peritônio e a pleura. Em um momento inicial, é localizada a melhor janela com modo bidimensional (2D). Para a realização das medidas, busca-se utilizar o modo unidimensional (modo M), com verificação do diâmetro no final da inspiração (DFi) e no final da expiração (DFe). A FED é calculada através da seguinte fórmula: $(DFi - DTe) / DFe \times 100$, sendo rotineiramente expressa em porcentagem (46). (Figura 4)

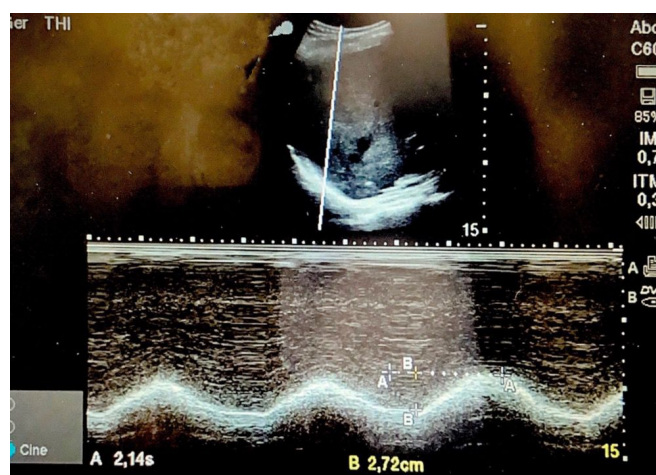


Figura 3: Corte unidimensional de avaliação da excursão diafragmática

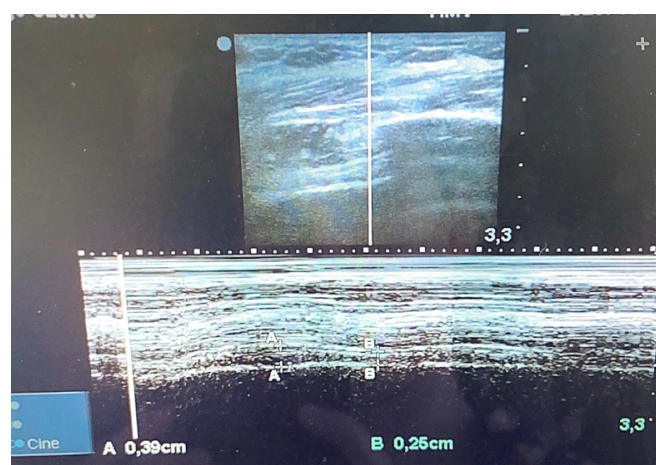


Figura 4: Corte unidimensional do diafragma para avaliação da espessura.

Alguns estudos vêm demonstrando que a utilização do ultrassom torácico pode ajudar na avaliação de pacientes em ventilação não-invasiva (48). Sánchez-Nicolás demonstrou que um aumento na ED nos primeiros 15 minutos de ventilação mecânica não invasiva esteve associado a uma redução da pCO₂ em paciente em insuficiência ventilatória hipercápnica (49). Em pacientes em VMi, a avaliação da FED nos primeiros dias de suporte tem sido proposta como método de monitorização da assistência oferecida. Goligher e col mostrou que uma FED entre 15-30% esteve associada a estabilidade da espessura diafragmática no início do suporte ventilatório(16), enquanto uma FED baixa (<15%) em um paciente em modo ventilatório assisto-controlado aumenta a possibilidade de assistência excessiva do ventilador quanto auxiliar no momento do desmame da VMi, agindo como um potencial identificador de grupos de risco maior para falha (50, 51). Farghaly e Hasan (2017), em estudo de avaliação de disfunção diafragmática em paciente com doença pulmonar prévia, evidenciaram que uma FED maior esteve associada ao sucesso no desmame da ventilação mecânica (14). Já Kim e col (2011) demonstraram que a disfunção diafragmática diagnosticada pela excursão através do ultrassom esteve presente em quase 1/3 da população, podendo vir a se tornar uma ferramenta para ajudar no rastreamento de pacientes com alto risco de falha (47). Hayat e col (2017) avaliaram a ED logo após a extubação e demonstraram uma sensibilidade de 79% e especificidade de 71% quando utilizado um ponto de corte de 1,2cm para prever sucesso de extubação (52).

Em um dos poucos estudos que uniu a avaliação ultrassonográfica pulmonar e diafragmática com o IRRS, Li e col (2021) mostrou bons resultados na associação dos métodos para prever sucesso de extubação com pontos de corte predefinidos. A tabela 1 mostra um resumo dos estudos já realizados na área. Diante disso, algumas recomendações para a utilização do US do desmame tem sido feitas, como na revisão publicada por Mayo e col em 2016, na qual foi sugerida a avaliação do coração, do pulmão, do diafragma e da pleura durante o processo de desmame (53). Porém, quando analisado por revisões sistemáticas e metanálises, em razão da heterogeneidade dos trabalhos e dos diferentes métodos e momentos de realização do exame, essas recomendações não são fortemente orientadas, sugerindo o desenvolvimento de novos estudos em populações específicas e a adoção de métodos determinados (29, 54-56). Além disso, nenhum estudo até o presente momento avaliou a existência de correlação entre as disfunções, isto é, se a disfunção diafragmática está associada a uma perda maior da aeração pulmonar.

Com base neste contexto, e considerando-se a necessidade de ferramentas que identifiquem pacientes sob risco de falha de extubação, o presente estudo tem como objetivo

avaliar a associação entre medidas ultrassonográficas em exame realizado ao final do TVE e a sua acurácia em predizer sucesso de extubação.

Tabela 1: Resumo de estudos sobre o uso de US torácico no desmame da VMi

Estudo, ano	Desenho	N	Avaliação e valor cut off	Inclusão	Momento realização do US	Desfecho
Estudos que avaliaram US no desmame da VMi						
Ali e Mohamad, 2016(57)	Caso - controle	54	FED > 30% ED > 1.5cm	Pacientes em VM por pelo menos 72h	Durante período de VM	FED e ED estiveram reduzidas se comparadas aos grupos sadios fora de VM, e apresentaram piora com maior tempo de VM
Blumhof et al, 2016(58)	Coorte	52	FED > 20%	VM >24 horas	Em VM, em modo espontâneo	FED foi maior nos pacientes extubados em 48h
Carrie et al, 2017(50)	Coorte	67	ED >2,7cm	Primeiro TVE após 48 horas	antes do TVE	ED <2.7 esteve associado à falha de desmame, porém não foi associado à mortalidade, tempo de internação. ED não foi superior ao MRC
Fayed et al, 2016(59)	Coorte	112	FED > 29% a D FED > 24% a E	Pacientes DPOC	Durante TVE	FED mostrou-se bom preditor de desmame em pacientes com DPOC
Ferrari et al, 2014(60)	Coorte	46	FED > 36%	Pacientes com traqueostomia que falharam na tentativa de desmame uma ou mais vezes	Durante TVE	FED foi significativamente maior nos pacientes que toleraram desmame
Flevari et al, 2016 (61)	Coorte	27	ED > ou = 1cm a D ou 0,7cm a E	Desmame difícil ou prolongado, aptos para TVE	Durante TVE	Sugere avaliação conjunta de ED com outros parâmetros de desmame
Hayat et al, 2017(52)	Coorte	100	ED > 1,2cm	Pacientes aptos para desmame	Logo após extubação	Sensibilidade e especificidade 78.9% e 70.8%. Pode ser um método para predizer resultados da extubação
Huang et al, 2017(62)	Coorte	40	ED >1,0cm	>80 anos, >48h de VMi	Durante TVE	Melhor cut-off para predizer sucesso de desmame foi ED >1,07cm com AUC 0,837. DD esteve associado a uma maior falha de desmame
Kim et al, 2011 (47)	Coorte	82	ED > 1,4cm a D ED > 1,2cm a E	VM > 48h, aptos para TVE	Início do TVE	DD esteve presente em 30% dos pacientes, e o uso do US diafragmática pode ajudar a predizer

Osman e Hashim, 2017(63)	Coorte	68	FED > ou = 28% ED > ou = 1,0cm LUS < 12	Aptos para TVE	Após extubação	pacientes com alto risco de falha de desmame FED <28% e DE <1cm obtiveram boa correção com IRRS e PIM, com AUC respectivamente 0,89 e 0,83
Saeed et al, 2016(64)	Coorte	30	ED > ou = 1,1cm	Paciente com DPOC prontos para extubação	Durante TVE	ED obteve boa acurácia (AUC 0,89) em predizer sucesso no desmame da VM em pacientes DPOC
Soliman et al, 2019(65)	Coorte	100	LUS > 15 (falha); FED > 29,5% (sucesso)	>48h de VMi	LUS no final do TVE; FED com 30min de TVE em PSV	LUS > 15 mostrou-se um bom preditor para falha (S 70%, E 82,5%) e FED > 29,5% bom preditor de sucesso (S 95% E 80%) de desmame
Spadaro et al, 2016(66)	Coorte	51	ED > 1,4cm // D-IRRS < 1.3	VM > 48h, aptos para TVE	30 minutos após início do TVE, e após reconectado ao ventilador em caso de falha	D-IRRS obteve maior acurácia em predizer falha no desmame que IRRS, PIM.
Tenza-Lozano et al, 2018(43)	Coorte	69	LUSm < 7 e FED > 24%	VM > 24h, aptos para desmame	Durante TVE (tubo T ou PSV)	LUSm e FED foram bons preditores de sucesso de extubação com AUC de 0,80 e 0,71, e de 0,83 quando combinados (EAPm +FED)
Vetrugno et al, 2022 (67)	Coorte	57	FED mediana 28%	IRpA por COVID 19	Começo do desmame em PSV PEEP 5 PS 8	FED não foi diferente entre os grupos falha e sucesso de desmame
Xu X et al, 2020(68)	Coorte	105	LUS, ED < 1,0cm a D	VMi > 48h, aprovados no TVE	Durante TVE	A combinação da pressão do átrio esquerdo + LUS +ausência de disfunção diafragmática obteve maior acurácia em predizer sucesso no desmame (AUC = 0,919)

Estudos que avaliaram US torácico para sucesso de extubação

Alam et al, 2022(69)	Coorte	31	ED > 11,4 FED > 22,3%	Adultos, aptos para desmame	Começo de TVE, após 10min e após extubação	ED teve maior acurácia em predizer sucesso de extubação (AUC 0,83) quando comparado ao IRRS (AUC 0,58). FED teve AUC 0,69
Baess et al, 2016(70)	Coorte	30	FED > 30% ED > 1cm	Pacientes com planejamento de desmame	Durante TVE	IRRS teve melhor sensibilidade e especificidade que ED e FED para predizer sucesso de extubação
Binet et al, 2014(71)	Coorte	48	LUS < 14	VM > 48 horas	Durante TVE em tubo T	Pacientes com falha de extubação tiveram LUS

						maior que os que obtiveram sucesso
Dinino et al, 2014 (30)	Coorte	63	FED > 30%	Aptos para primeiro TVE	5 minutos do TVE	FED > 30% teve sensibilidade de 88% e especificidade de 71%, AUC ROC 0,79 em prever sucesso de extubação
Elshazly et al, 2020(72)	Coorte	62	ED >1,25cm; FED > 21,5%	>48h de VMi, aptos para desmame	Durante TVE	ED obteve uma S de 97% E de 82%; FED >21.5% prediz sucesso com S de 91,2% e E de 60,7%
Farghaly and Hasan, 2017 (14)	Coorte	54	FED > 34,5% ED > 1,5cm	Doença pulmonar causando IRpA, que passaram no TVE	No minuto 30 de um TVE de 2 horas	ED e espessura diafragmática na inspiração mostraram-se bons preditores de sucesso de extubação
Fossat et al, 2022(73)	Coorte	100	IRRS, IRRS/ED	>24 horas de VMi, aptos para TVE	5'e 25'do TVE em PSV PEEP 0 OS 6	IRRS/ED 5'e com 25' tiveram AUC ruim para prever falha de extubação em 72 horas e em 7 dias
Gok et al, 2021(74)	Coorte	62	LUS <6; ED >1,3cm; FED >27,5%; IRRS <64	>48h de VMi	TVE em tubo T	A combinação da US com cut-off + IRRS obteve um VPP > 90% em prever sucesso de extubação
Hemly et al, 2021(75)	Coorte	22	ED a E >1.1cm e a D >1.2cm	Pacientes com COVID 19 aptos para desmame	15 minutos após início do TVE em PSV PS 5 PEEP 5	AUC de 0,996 0.838–1.000] para a D e AUC de 1.000 [0.846–1.000] a E para prever sucesso de extubação
Jiang et al, 2004 (51)	Coorte	55	ED > ou = 1.1cm	Aprovados no TVE	Início do TVE	ED foi um bom preditor de sucesso de extubação, com sensibilidade e especificidade superior a IRRS e PIM
Li et al, 2021(76)	Coorte	101	FED > ou = 30%, ED > ou =1,3cm, LUS < ou = 11 e IRRS < ou = 102	>65 anos, >24h de VMi aptos para desmame	Início de TVE	AUC de 0.919 com combinação dos valores em prever sucesso de extubação
Luo et al, 2017(77) (49)	Coorte	60	ED > 1,25cm	Desmame difícil	Antes e após TVE	A avaliação de ED esteve associada às reintubações em 1 semana
Palkar et al, 2018(78)	Coorte	71	ED, Index Excursão-tempo	>24h de VMi	PCV, durante TVE e entre 4-24h após extubação	Index E-T pode auxiliar a prever desfecho. A manutenção ou aumento do index de PCV para TVE pode prever sucesso de extubação
Soummer et al, 2012 (42)	Coorte	86	LUS < 13 para sucesso, > 17 para falha no desmame	VM > 48h, aprovados no primeiro TVE	Antes e no final do TVE, além de 4-6	LUS > 17 obteve alta sensibilidade para prever estresse pós extubação

Theerawit et al, 2018(79)	Coorte	62	ED >1,28cm, TPIA >0,8s IRRS < 100	VMi	horas após extubação Durante TVE em tubo T	Dentre os parâmetros DUS, TPIA mostrou boa performance em prever sucesso de extubação
Vivier et al, 2019 (80)	Coorte	191	ED <1,0cm e FED < 30%	Pacientes de alto risco, em TVE	Durante TVE em Tubo T	DD avaliada pelo US não conseguiu prever falha em pacientes de alto risco
Yoo et al, 2018(81)	Coorte	60	ED >1,0cm e FED >20%	VMi > 48h	Durante TVE (Tubo T ou PSV PS=5 PEEP <5)	ED teve melhor acurácia (AUC 0,83) em prever sucesso de extubação que a FED (AUC 0,69)
Zhang X et al, 2020(82)	Coorte	37	ED30 > 1.72cm ED5 > 1.63 ED30-ED5 >0.16cm	DPOC exacerbado com > 24h de VMi, aptos para desmame	ED minuto 0, 5 e 30 do TVE	A combinação de ED30min + Delta30-5 melhora o valor preditivo e pode ser utilizado como preditor de extubação em pacientes DPOC

Estudos que avaliaram US torácico para diagnóstico de DD e outros propósitos

Dres et al, 2017(24)	Coorte	76	ED 0,82 x 1,12 ; FED 19% x 35%	VM >24h, primeiro TVE	Em PSV, PEEP 5 VC 6-8ml/Kg PP	DD teve alta prevalência (63%), e esteve associada à falha de desmame e morte. ICU-AW foi menos prevalente e não teve correlação com DD
Jung et al, 2016 (83)	Coorte	33	FED > ou = 30%	Pacientes com diagnóstico de fraqueza adquirida na UTI, em VM > 48h, realizando TVE	Durante TVE	Disfunção diafragmática esteve associada à fraqueza adquirida na UTI, e FED foi diferente entre pacientes com sucesso na extubação quando comparado aos com falha
Lu Z et al, 2016(84)	Coorte	41	FED < 20%	Desmame prolongado aptos para TVE	Durante TVE com PS	Paciente com DD diagnosticada pelo UD tiveram maior tempo de VM
Mariani et al, 2016(85)	Coorte	34	ED > 1cm a ED > 1.1cm a E	VMi > ou = 7 dias, aptos para TVE	Durante TVE, e a cada 72h após	DD, diagnosticada pelo US, é frequente, estando associada a um maior tempo de VMi, piores desfechos e maior mortalidade

2. JUSTIFICATIVA:

A falha de extubação é prevalente em pacientes críticos, possuindo importante impacto clínico, como o aumento no tempo de internação na UTI, no tempo de ventilação mecânica e na morbimortalidade (3, 9). A identificação de pacientes sob risco para então prever essas complicações é de extrema importância para guiar a prática clínica. No entanto, os métodos atuais disponíveis são pouco efetivos em realizar dito rastreio. Devido a tal fato, a ecografia torácica, unindo ultrassom pulmonar e diafragmático, vem ganhando espaço como possível preditor. Soummer et al (2012) sugeriu que o desrecrutamento pulmonar, avaliado pelo ultrassom ao final de TVE, pode ser um marcador de falha. Além disso, a presença da disfunção diafragmática induzida pela ventilação mecânica também está associada a uma maior necessidade de reintubação. No entanto, sua função continua sendo pouco monitorada nos CTIs em virtude das limitações e desvantagens dos métodos diagnósticos. Estudos heterogêneos apontam que a ultrassonografia diafragmática pode ser uma nova opção, mas ela ainda não possui recomendações claramente definidas e nem é muito utilizada na prática clínica. Caso seja estabelecida, terapias direcionadas podem melhorar o processo de tomada de decisão e aprimorar os desfechos desses pacientes. Frente a este fato, o uso de ultrassom *point of care (POCUS)*, através dos exames de aeração pulmonar e da avaliação da função diafragmática, assim como a associação dos métodos, pode vir a ser um possível preditor de sucesso de extubação.

3. OBJETIVOS

Objetivo geral:

Avaliar a acurácia dos achados da ultrassonografia pulmonar e da ultrassonografia diafragmática em prever sucesso de extubação em pacientes criticamente enfermos que necessitam suporte ventilatório invasivo por mais de 48 horas, em seu primeiro teste de ventilação espontânea bem-sucedido.

Objetivos secundários:

- 1- Avaliar a correlação entre escore de aeração pulmonar e a excursão diafragmática;
- 2- Avaliar a correlação entre escore de aeração pulmonar e a fração de espessamento do diafragma;
- 3- Avaliar a correlação entre a excursão diafragmática e a fração de espessamento do diafragma;
- 4- Avaliação de subgrupos conforme a causa de intubação e avaliação ultrassonográfica;
- 5- Avaliar a associação entre avaliação ultrassonográfica e mortalidade;
- 6- Avaliar a necessidade de traqueostomia entre os grupos sucesso e falha de extubação
- 7- Avaliar o tempo de internação hospitalar entre os grupos sucesso e falha de extubação
- 8- Avaliar sucesso de extubação em 7 dias

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO E DO REFERENCIAL TEÓRICO

1. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW, Epstein SK, Fink JB, Heffner JE, et al. Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest*. 2001;120(6 Suppl):375S-95S.
2. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Brochard L, Stewart TE, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *JAMA*. 2002;287(3):345-55.
3. Kulkarni AP, Agarwal V. Extubation failure in intensive care unit: predictors and management. *Indian J Crit Care Med*. 2008;12(1):1-9.
4. Dasta JF, McLaughlin TP, Mody SH, Piech CT. Daily cost of an intensive care unit day: the contribution of mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2005;33(6):1266-71.
5. Torres A, Gatell JM, Aznar E, el-Ebiary M, Puig de la Bellacasa J, González J, et al. Re-intubation increases the risk of nosocomial pneumonia in patients needing mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(1):137-41.
6. Tanios MA, Nevins ML, Hendra KP, Cardinal P, Allan JE, Naumova EN, et al. A randomized, controlled trial of the role of weaning predictors in clinical decision making. *Crit Care Med*. 2006;34(10):2530-5.
7. Thille AW, Richard JC, Brochard L. The decision to extubate in the intensive care unit. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(12):1294-302.
8. Ouellette DR, Patel S, Girard TD, Morris PE, Schmidt GA, Truitt JD, et al. Liberation From Mechanical Ventilation in Critically Ill Adults: An Official American College of Chest Physicians/American Thoracic Society Clinical Practice Guideline: Inspiratory Pressure Augmentation During Spontaneous Breathing Trials, Protocols Minimizing Sedation, and Noninvasive Ventilation Immediately After Extubation. *Chest*. 2017;151(1):166-80.
9. Thille AW, Harrois A, Schortgen F, Brun-Buisson C, Brochard L. Outcomes of extubation failure in medical intensive care unit patients. *Crit Care Med*. 2011;39(12):2612-8.
10. Thille AW, Boissier F, Ben Ghezala H, Razazi K, Mekontso-Dessap A, Brun-Buisson C. Risk factors for and prediction by caregivers of extubation failure in ICU patients: a prospective study. *Crit Care Med*. 2015;43(3):613-20.

11. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest*. 1997;112(1):186-92.
12. Savi A, Teixeira C, Silva JM, Borges LG, Pereira PA, Pinto KB, et al. Weaning predictors do not predict extubation failure in simple-to-wean patients. *J Crit Care*. 2012;27(2):221.e1-8.
13. McConville JF, Kress JP. Weaning patients from the ventilator. *N Engl J Med*. 2012;367(23):2233-9.
14. Farghaly S, Hasan AA. Diaphragm ultrasound as a new method to predict extubation outcome in mechanically ventilated patients. *Aust Crit Care*. 2017;30(1):37-43.
15. Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet JP, Rabuel C, et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011;183(3):364-71.
16. Goligher EC, Fan E, Herridge MS, Murray A, Vorona S, Brace D, et al. Evolution of Diaphragm Thickness during Mechanical Ventilation. Impact of Inspiratory Effort. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015;192(9):1080-8.
17. Dres M, Demoule A. Diaphragm dysfunction during weaning from mechanical ventilation: an underestimated phenomenon with clinical implications. *Crit Care*. 2018;22(1):73.
18. Demoule A, Jung B, Prodanovic H, Molinari N, Chanques G, Coirault C, et al. Diaphragm dysfunction on admission to the intensive care unit. Prevalence, risk factors, and prognostic impact-a prospective study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188(2):213-9.
19. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P, et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med*. 2008;358(13):1327-35.
20. Petrof BJ, Hussain SN. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction: what have we learned? *Curr Opin Crit Care*. 2016;22(1):67-72.
21. MJ. T. Principles and Practice of Mechanical Ventilation. 3^a edition ed2012. 5365 p.
22. Supinski GS, Callahan LA. Diaphragm weakness in mechanically ventilated critically ill patients. *Crit Care*. 2013;17(3):R120.
23. Grosu HB, Lee YI, Lee J, Eden E, Eikermann M, Rose KM. Diaphragm muscle thinning in patients who are mechanically ventilated. *Chest*. 2012;142(6):1455-60.
24. Dres M, Dubé BP, Mayaux J, Delemazure J, Reuter D, Brochard L, et al. Coexistence and Impact of Limb Muscle and Diaphragm Weakness at Time of Liberation from Mechanical

- Ventilation in Medical Intensive Care Unit Patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017;195(1):57-66.
25. Jung B, Nougaret S, Conseil M, Coisel Y, Futier E, Chanques G, et al. Sepsis is associated with a preferential diaphragmatic atrophy: a critically ill patient study using tridimensional computed tomography. *Anesthesiology.* 2014;120(5):1182-91.
 26. Samanta S, Singh RK, Baronia AK, Poddar B, Azim A, Gurjar M. Diaphragm thickening fraction to predict weaning-a prospective exploratory study. *J Intensive Care.* 2017;5:62.
 27. Society ATSER. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(4):518-624.
 28. Goligher EC, Laghi F, Detsky ME, Farias P, Murray A, Brace D, et al. Measuring diaphragm thickness with ultrasound in mechanically ventilated patients: feasibility, reproducibility and validity. *Intensive Care Med.* 2015;41(4):642-9.
 29. Li C, Li X, Han H, Cui H, Wang G, Wang Z. Diaphragmatic ultrasonography for predicting ventilator weaning: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2018;97(22):e10968.
 30. DiNino E, Gartman EJ, Sethi JM, McCool FD. Diaphragm ultrasound as a predictor of successful extubation from mechanical ventilation. *Thorax.* 2014;69(5):423-7.
 31. Díaz-Gómez JL, Mayo PH, Koenig SJ. Point-of-Care Ultrasonography. *N Engl J Med.* 2021;385(17):1593-602.
 32. McLean A, Lamperti M, Poelaert J. Echography is mandatory for the initial management of critically ill patients: yes. *Intensive Care Med.* 2014;40(11):1763-5.
 33. Whitson MR, Mayo PH. Ultrasonography in the emergency department. *Crit Care.* 2016;20(1):227.
 34. Dexheimer Neto FL, Dalcin PeT, Teixeira C, Beltrami FG. Lung ultrasound in critically ill patients: a new diagnostic tool. *J Bras Pneumol.* 2012;38(2):246-56.
 35. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest.* 2008;134(1):117-25.
 36. Santus P, Radovanovic D, Saad M, Ziliani C, Coppola S, Chiumello DA, et al. Acute dyspnea in the emergency department: a clinical review. *Intern Emerg Med.* 2023;18(5):1491-507.
 37. Alzahrani SA, Al-Salamah MA, Al-Madani WH, Elbarbary MA. Systematic review and meta-analysis for the use of ultrasound versus radiology in diagnosing of pneumonia. *Crit Ultrasound J.* 2017;9(1):6.

38. Grasselli G, Calfee CS, Camporota L, Poole D, Amato MBP, Antonelli M, et al. ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies. *Intensive Care Med.* 2023;49(7):727-59.
39. Ding W, Shen Y, Yang J, He X, Zhang M. Diagnosis of pneumothorax by radiography and ultrasonography: a meta-analysis. *Chest.* 2011;140(4):859-66.
40. Bouhemad B, Liu ZH, Arbelot C, Zhang M, Ferarri F, Le-Guen M, et al. Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary reaeration in ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med.* 2010;38(1):84-92.
41. Noble VE, Murray AF, Capp R, Sylvia-Reardon MH, Steele DJR, Liteplo A. Ultrasound assessment for extravascular lung water in patients undergoing hemodialysis. Time course for resolution. *Chest.* 2009;135(6):1433-9.
42. Soummer A, Perbet S, Brisson H, Arbelot C, Constantin JM, Lu Q, et al. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress*. *Crit Care Med.* 2012;40(7):2064-72.
43. Tenza-Lozano E, Llamas-Alvarez A, Jaimez-Navarro E, Fernández-Sánchez J. Lung and diaphragm ultrasound as predictors of success in weaning from mechanical ventilation. *Crit Ultrasound J.* 2018;10(1):12.
44. Gibbons RC, Magee M, Goett H, Murrett J, Genninger J, Mendez K, et al. Lung Ultrasound vs. Chest X-Ray Study for the Radiographic Diagnosis of COVID-19 Pneumonia in a High-Prevalence Population. *J Emerg Med.* 2021;60(5):615-25.
45. Ji L, Cao C, Gao Y, Zhang W, Xie Y, Duan Y, et al. Prognostic value of bedside lung ultrasound score in patients with COVID-19. *Crit Care.* 2020;24(1):700.
46. Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, Boroli F, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. *Intensive Care Med.* 2013;39(5):801-10.
47. Kim WY, Suh HJ, Hong SB, Koh Y, Lim CM. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2011;39(12):2627-30.
48. Marchioni A, Castaniere I, Tonelli R, Fantini R, Fontana M, Tabbì L, et al. Ultrasound-assessed diaphragmatic impairment is a predictor of outcomes in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease undergoing noninvasive ventilation. *Crit Care.* 2018;22(1):109.
49. Sánchez-Nicolás JA, Cinesi-Gómez C, Villén-Villegas T, Piñera-Salmerón P, García-Pérez B. [Relation between ultrasound-measured diaphragm movement and partial pressure of

carbon dioxide in blood from patients with acute hypercapnic respiratory failure after the start of noninvasive ventilation in an emergency department]. *Emergencias*. 2016;28(5):345-8.

50. Carrie C, Gisbert-Mora C, Bonnardel E, Gauche B, Biais M, Vargas F, et al. Ultrasonographic diaphragmatic excursion is inaccurate and not better than the MRC score for predicting weaning-failure in mechanically ventilated patients. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2017;36(1):9-14.

51. Jiang JR, Tsai TH, Jerng JS, Yu CJ, Wu HD, Yang PC. Ultrasonographic evaluation of liver/spleen movements and extubation outcome. *Chest*. 2004;126(1):179-85.

52. Hayat A, Khan A, Khalil A, Asghar A. Diaphragmatic Excursion: Does it Predict Successful Weaning from Mechanical Ventilation? *J Coll Physicians Surg Pak*. 2017;27(12):743-6.

53. Mayo P, Volpicelli G, Lerolle N, Schreiber A, Doelken P, Vieillard-Baron A. Ultrasonography evaluation during the weaning process: the heart, the diaphragm, the pleura and the lung. *Intensive Care Med*. 2016;42(7):1107-17.

54. Llamas-Álvarez AM, Tenza-Lozano EM, Latour-Pérez J. Diaphragm and Lung Ultrasound to Predict Weaning Outcome: Systematic Review and Meta-Analysis. *Chest*. 2017;152(6):1140-50.

55. Parada-Gereda HM, Tibaduiza AL, Rico-Mendoza A, Molano-Franco D, Nieto VH, Arias-Ortiz WA, et al. Effectiveness of diaphragmatic ultrasound as a predictor of successful weaning from mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2023;27(1):174.

56. Turton P, AlAidarous S, Welters I. A narrative review of diaphragm ultrasound to predict weaning from mechanical ventilation: where are we and where are we heading? *Ultrasound J*. 2019;11(1):2.

57. Ali ER, Mohamad AM. Diaphragm ultrasound as a new functional and morphological index of outcome, prognosis and discontinuation from mechanical ventilation in critically ill patients and evaluating the possible protective indices against VIDD. *Egyptian Journal of Chest Diseases and Tuberculosis*. 2017;66(2):339-51.

58. Blumhof S, Wheeler D, Thomas K, McCool FD, Mora J. Change in Diaphragmatic Thickness During the Respiratory Cycle Predicts Extubation Success at Various Levels of Pressure Support Ventilation. *Lung*. 2016;194(4):519-25.

59. Fayed AM AEHM, Shaaban MS, Fikry DM. Use of ultrasound to assess diaphragmatic thickness as a weaning parameter in invasively ventilated chronic obstructive pulmonary disease patients. **The Journal of American Science**. 2016;12(6):96-105.

60. Ferrari G, De Filippi G, Elia F, Panero F, Volpicelli G, Aprà F. Diaphragm ultrasound as a new index of discontinuation from mechanical ventilation. *Crit Ultrasound J.* 2014;6(1):8.
61. Flevari A, Lignos M, Konstantonis D, Armaganidis A. Diaphragmatic ultrasonography as an adjunct predictor tool of weaning success in patients with difficult and prolonged weaning. *Minerva Anesthesiol.* 2016;82(11):1149-57.
62. Huang D, Ma H, Zhong W, Wang X, Wu Y, Qin T, et al. Using M-mode ultrasonography to assess diaphragm dysfunction and predict the success of mechanical ventilation weaning in elderly patients. *J Thorac Dis.* 2017;9(9):3177-86.
63. Osman AM, Hashim RM. Diaphragmatic and lung ultrasound application as new predictive indices for the weaning process in ICU patients. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine.* 2017;48(1):61-6.
64. Saeed AM, El Assal GI, Ali TM, Hendawy MM. Role of ultrasound in assessment of diaphragmatic function in chronic obstructive pulmonary disease patients during weaning from mechanical ventilation. *Egyptian Journal of Bronchology.* 2016;10:167-72.
65. Soliman SB, Ragab F, Soliman RA, Gaber A, Kamal A. Chest Ultrasound in Predication of Weaning Failure. *Open Access Maced J Med Sci.* 2019;7(7):1143-7.
66. Spadaro S, Grasso S, Mauri T, Dalla Corte F, Alvisi V, Ragazzi R, et al. Can diaphragmatic ultrasonography performed during the T-tube trial predict weaning failure? The role of diaphragmatic rapid shallow breathing index. *Crit Care.* 2016;20(1):305.
67. Vetrugno L, Orso D, Corradi F, Zani G, Spadaro S, Meroi F, et al. Diaphragm ultrasound evaluation during weaning from mechanical ventilation in COVID-19 patients: a pragmatic, cross-section, multicenter study. *Respir Res.* 2022;23(1):210.
68. Xu X, Wu R, Zhang YJ, Li HW, He XH, Wang SM. Value of Combination of Heart, Lung, and Diaphragm Ultrasound in Predicting Weaning Outcome of Mechanical Ventilation. *Med Sci Monit.* 2020;26:e924885.
69. Alam MJ, Roy S, Iktidar MA, Padma FK, Nipun KI, Chowdhury S, et al. Diaphragm ultrasound as a better predictor of successful extubation from mechanical ventilation than rapid shallow breathing index. *Acute Crit Care.* 2022;37(1):94-100.
70. Baess AI, Abdallah TH, Emara DM, Hassan M. Diaphragmatic ultrasound as a predictor of successful extubation from mechanical ventilation: thickness, displacement, or both? *The Egyptian Journal of Bronchology.* 2016;10:162-6.
71. Binet C, Neron L, Rochart N, Cousson J, Floch T, Charbit B, et al. Validation d'un indice échographique prédictif d'échec de sevrage de la ventilation mécanique. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation.* 2014;33:A383.

72. Elshazly MI, Kamel KM, Elkorashy RI, Ismail MS, Ismail JH, Assal HH. Role of Bedside Ultrasonography in Assessment of Diaphragm Function as a Predictor of Success of Weaning in Mechanically Ventilated Patients. *Tuberc Respir Dis (Seoul)*. 2020;83(4):295-302.
73. Fossat G, Daillet B, Desmalles E, Boulain T. Does diaphragm ultrasound improve the rapid shallow breathing index accuracy for predicting the success of weaning from mechanical ventilation? *Aust Crit Care*. 2022;35(3):233-40.
74. Gok F, Mercan A, Kilicaslan A, Sarkilar G, Yosunkaya A. Diaphragm and Lung Ultrasonography During Weaning From Mechanical Ventilation in Critically Ill Patients. *Cureus*. 2021;13(5):e15057.
75. Helmy MA, Magdy Milad L, Osman SH, Ali MA, Hasanin A. Diaphragmatic excursion: A possible key player for predicting successful weaning in patients with severe COVID-19. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2021;40(3):100875.
76. Li S, Chen Z, Yan W. Application of bedside ultrasound in predicting the outcome of weaning from mechanical ventilation in elderly patients. *BMC Pulm Med*. 2021;21(1):217.
77. Luo L, Li Y, Chen X, Sun B, Li W, Gu W, et al. Different effects of cardiac and diaphragm function assessed by ultrasound on extubation outcomes in difficult-to-wean patients: a cohort study. *BMC Pulm Med*. 2017;17(1):161.
78. Palkar A, Narasimhan M, Greenberg H, Singh K, Koenig S, Mayo P, et al. Diaphragm Excursion-Time Index: A New Parameter Using Ultrasonography to Predict Extubation Outcome. *Chest*. 2018;153(5):1213-20.
79. Theerawit P, Eksombatchai D, Sutherasan Y, Suwatanapongched T, Kiatboonsri C, Kiatboonsri S. Diaphragmatic parameters by ultrasonography for predicting weaning outcomes. *BMC Pulm Med*. 2018;18(1):175.
80. Vivier E, Muller M, Putegnât JB, Steyer J, Barrau S, Boissier F, et al. Inability of Diaphragm Ultrasound to Predict Extubation Failure: A Multicenter Study. *Chest*. 2019;155(6):1131-9.
81. Yoo JW, Lee SJ, Lee JD, Kim HC. Comparison of clinical utility between diaphragm excursion and thickening change using ultrasonography to predict extubation success. *Korean J Intern Med*. 2018;33(2):331-9.
82. Zhang X, Yuan J, Zhan Y, Wu J, Liu B, Zhang P, et al. Evaluation of diaphragm ultrasound in predicting extubation outcome in mechanically ventilated patients with COPD. *Ir J Med Sci*. 2020;189(2):661-8.

83. Jung B, Moury PH, Mahul M, de Jong A, Galia F, Prades A, et al. Diaphragmatic dysfunction in patients with ICU-acquired weakness and its impact on extubation failure. *Intensive Care Med.* 2016;42(5):853-61.
84. Lu Z, Xu Q, Yuan Y, Zhang G, Guo F, Ge H. Diaphragmatic Dysfunction Is Characterized by Increased Duration of Mechanical Ventilation in Subjects With Prolonged Weaning. *Respir Care.* 2016;61(10):1316-22.
85. Mariani LF, Bedel J, Gros A, Lerolle N, Milojevic K, Laurent V, et al. Ultrasonography for Screening and Follow-Up of Diaphragmatic Dysfunction in the ICU: A Pilot Study. *J Intensive Care Med.* 2016;31(5):338-43.

ANEXO 1

Termo de consentimento livre e esclarecido.

Título do Estudo: Marcadores Ultrassonográficos para identificação de pacientes com alto risco de falha de extubação: estudo de coorte prospectiva

O Senhor (a) está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa. Por favor, leia este documento com bastante atenção antes de assiná-lo. Caso haja alguma palavra ou frase que o senhor (a) não consiga entender, converse com o pesquisador responsável pelo estudo ou com um membro da equipe desta pesquisa para esclarecê-los.

A proposta desse termo é explicar tudo sobre o estudo e solicitar a sua permissão para participar do mesmo. Caso o paciente não tenha condições de ler e/ou compreender este termo, o mesmo poderá ser assinado e datado por um membro da família ou responsável legal pelo paciente.

Objetivo do Estudo:

Você está sendo convidado a participar de um estudo clínico sobre pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva e em processo de retirada (desmame) da Ventilação Mecânica. Esse estudo é coordenado pelos médicos Dr. Felipe Leopoldo Dexheimer Neto (médico do Hospital Moinhos de Vento e do Hospital das Clínicas de Porto Alegre), Dra Laura Cordeiro Madeira (médica da UTI do Hospital Moinhos de Vento e do Hospital Ernesto Dornelles).

O desmame ventilatório é um processo prolongado e comum nas Unidades (Centros) de Terapia Intensiva (UTIs/CTIs). Consiste na retirada gradual do respirador mecânico do paciente, avaliando a cada momento a sua tolerância. Tradicionalmente utilizam-se a avaliação clínica e os testes de respiração espontânea para avaliar a possibilidade de extubação.

Procedimento do Estudo:

O estudo consiste na avaliação ultrassonográfica do tórax dos pacientes que estão evoluindo o desmame ventilatório, ou seja, em processo de retirada do tubo orotraqueal. Este exame é realizado com aparelho portátil, presente na UTI, com utilização de gel ecográfico. Em posição supina, com cabeceira 30-45°, será avaliada aeração pulmonar e movimentação do diafragma. Realizado durante teste para retirada de tubo orotraqueal, com tempo estimado de duração entre 5-10 minutos. O exame poderá ser repetido, caso ocorra falha no teste e necessidade de retornar para algum suporte ventilatório

A intenção do estudo é avaliar possíveis marcadores que ajudem a identificar pacientes com maior risco de falhar a extubação (retirada do tubo orotraqueal). Você poderá cancelar sua participação nesta fase do estudo em qualquer momento.

Riscos Potenciais, Efeitos Colaterais e Desconforto:

A sua participação é absolutamente **voluntária e anônima**. Você não será identificado de forma alguma e as suas informações serão anotadas de forma anônima. **Não há riscos adicionais** durante a participação no estudo, uma vez que é um estudo observacional e todas as aferições são realizadas de forma corriqueira em pacientes críticos. .

Benefícios para o participante:

Você não terá nenhum benefício direto com a sua participação neste estudo, da mesma maneira que **nada mudará no seu cuidado caso você não deseje participar**. Entretanto, os resultados deste estudo serão úteis para a melhoria dos cuidados dos pacientes em condições semelhantes a sua e para a qualidade do nosso trabalho na UTI.

Compensação:

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Participação Voluntária / Desistência do Estudo:

Sua participação neste estudo é totalmente voluntária, ou seja, você somente participa se quiser. A não participação no estudo não implicará em nenhuma alteração no seu acompanhamento médico tão pouco alterará a relação da equipe médica com o mesmo. Após assinar o consentimento, você terá total liberdade de retirá-lo a qualquer momento e deixar de participar do estudo se assim o desejar, sem quaisquer prejuízos à continuidade do tratamento e acompanhamento na instituição.

Novas Informações:

Quaisquer novas informações que possam afetar a sua segurança ou influenciar na sua decisão de continuar a participação no estudo serão fornecidas a você por escrito. Se você decidir continuar neste estudo, terá que assinar um novo (revisado) termo de consentimento informado para documentar seu conhecimento sobre novas informações.

Danos Relacionados à Pesquisa:

Não se aplica, visto que o exame de ultrassom é não invasivo e indolor e pelo fato de que não há intervenções, pois este é um estudo observacional.

Utilização de Registros Médicos e Confidencialidade:

Todas as informações colhidas e os resultados dos testes serão analisado em caráter estritamente científico, mantendo-se a confidencialidade (segredo) do paciente a todo o momento, ou seja, em nenhum momento os dados que o identifique serão divulgados, a menos que seja exigido por lei.

Os registros médicos que trazem a sua identificação e esse termo de consentimento assinado poderão ser inspecionados por agências reguladoras e pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

Os resultados desta pesquisa poderão ser apresentados em reuniões ou publicações, contudo, sua identidade não será revelada nessas apresentações.

. Quem Devo Entrar em Contato em Caso de Dúvida:

Em qualquer etapa do estudo você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. Os responsáveis pelo estudo são Dra Laura Cordeiro Madeira e Dr Felipe Leopoldo Dexheimer Neto, que poderão ser encontrados nas Unidades de Terapia Intensiva ou nos respectivos telefones: (51) 999049512 ou (51) 991195508 ou (51) 3314 3387.

Em caso de dúvidas ou preocupações quanto aos seus direitos como participante deste estudo, o (a) senhor (a) pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deste hospital, através do telefone (51) 3314 3690.

Data:

Nome do participante ou responsável

Nome de pesquisador

Assinatura do participante ou responsável

Assinatura do pesquisador

ANEXO 2: Modelo predeterminado de US Torácico

Lung Ultrasound Score

ULTRASSOM PULMONAR	DIREITA	ESQUERDA
Paraesternal ou Linha Hemiclavicular Superior	() 0 () 2	() 1 () 3
Paraesternal ou Linha Hemiclavicular Inferior	() 0 () 2	() 1 () 3
Axilar anterior ou Axilar média Superior	() 0 () 2	() 1 () 3
Axilar anterior ou Axilar média Inferior	() 0 () 2	() 1 () 3
Posterior Superior	() 0 () 2	() 1 () 3
Posterior Inferior	() 0 () 2	() 1 () 3
Total		

Soma dos dois lados: _____

Fração de Espessamento

	ESPESSAMENTO FINAL INSPIRAÇÃO	ESPESSAMENTO FINAL EXPIRAÇÃO	FRAÇÃO DE ESPESSAMENTO
Primeira medida			
Segunda medida			
Terceira medida			

Média das 3 medidas: _____

Excursão Diafragmática

EXCURSÃO DIAFRAGMÁTICA

Primeira medida

Segunda medida

Terceira medida

Média das 3 medidas: _____

Anexo 3: Parecer Consubstanciado do CEP e Plataforma Brasil



HOSPITAL MOINHOS DE VENTO - HMV

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MARCADORES ULTRASSONOGRÁFICOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE PACIENTES COM ALTO RISCO DE FALHA DE EXTUBAÇÃO

Pesquisador: Laura Cordeiro Madeira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 21991519.8.0000.5330

Instituição Proponente: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Patrocinador Principal: Hospital Moinhos de Vento - HMV

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.697.105

Apresentação do Projeto:

Falha de extubação é um problema altamente prevalente em pacientes críticos e com importante impacto clínico. Medidas que mudem esse quadro são essenciais, porém ainda são pouco disponíveis devido à dificuldade em prever tal evento. Devido a isso, a ecografia torácica vem ganhando espaço como possível preditor. Soummer et al (2012) sugeriu que o desrecrutamento pulmonar, avaliado pelo ultrassom durante o desmame, pode ser um marcador de falha. Além disso, a presença de disfunção diafragmática relacionada a ventilação mecânica também pode estar associada a maior necessidade de reintubação. No entanto, até o momento não se sabe se há associação entre esses métodos. Caso seja estabelecida, terapias direcionadas podem melhorar o processo de tomada de decisão e os resultados desse manejo. Frente a este fato, o atual estudo mostra-se necessário para avaliar um possível preditor de falha de extubação. O objetivo desse trabalho será desenvolver um estudo clínico observacional prospectivo afim de avaliar associação entre disfunção diafragmática, medida pelo ultrassom através da sua excursão e fração de espessamento, e aeração pulmonar, através de um escore de aeração avaliado também pelo ultrassom, durante o teste de ventilação espontânea (TVE) e seu impacto no desmame da ventilação mecânica invasiva. O desfecho primário será sucesso de extubação, definido conforme consenso europeu de desmame da ventilação mecânica de 2007. Este será um estudo de coorte prospectiva, que acompanhará pacientes submetidos a ventilação mecânica por no mínimo 48 horas. O acompanhamento do paciente iniciará quando o médico responsável pelo caso

Endereço: Rua Tiradentes, 198 - Subsolo

Bairro: Floresta

CEP: 90.560-030

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3314-3537

E-mail: cep.iep@hmv.org.br

Continuação do Parecer: 3.697.105

oconsiderar apto para realização TVE. Será realizado ultrassom torácico durante TVE, incluindo ultrassom pulmonar e diafragmático, e acompanhado seu desfecho. O médico responsável será cegado com relação ao resultado da ultrassonografia. Cronograma: plano de seleção e inclusão dos pacientes será no segundo semestre de 2019 e durante o ano de 2020. O presente estudo não terá custos a instituição. A divulgação dos dados será através da expectativa de publicação de revistas nacionais e internacionais de Medicina Intensiva e Pneumologia.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Identificar marcadores ultrassonográficos (escore de aeração pulmonar e disfunção diafragmática) que possam auxiliar na avaliação durante desmame da ventilação mecânica, com intuito de identificar pacientes com alto risco de falha de extubação.

Objetivo Secundário:

Avaliar associação entre disfunção diafragmática e escore de aeração pulmonar.

Avaliar associação da avaliação ultrassonográfica com desfechos clínicos, como mortalidade, tempo de ventilação, fraqueza muscular.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

A pesquisa não apresenta riscos importantes uma vez que é um projeto observacional e o exame de ultrassonografia é um exame não invasivo, sem exposição radioativa, e não terá influência na decisão sobre extubação.

Benefícios:

Identificar possíveis marcadores ultrassonográficos que auxiliem a avaliar paciente com risco elevado de falha de extubação, uma vez que a reintubação está associada a maior mortalidade, maior tempo de ventilação mecânica e maiores custos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os questionamentos solicitados por este Comitê foram todos elucidados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram devidamente apresentados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este projeto de pesquisa foi APROVADO na sua totalidade, seguindo as Diretrizes e Normas

Endereço: Rua Tiradentes, 198 - Subsolo

Bairro: Floresta

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

CEP: 90.560-030

Telefone: (51)3314-3537

E-mail: cep.iep@hmv.org.br

Continuação do Parecer: 3.697.105

Internacionais e Nacionais, especialmente as Resoluções 466/12 e complementares do Conselho Nacional de Saúde. Os aspectos que foram considerados para que esta decisão fosse tomada constam no parecer. O projeto de pesquisa poderá ser iniciado e toda e qualquer alteração no projeto deverá ser comunicada ao CEP/HMV, assim como relatórios semestrais e finais, notificação de eventos adversos e eventuais emendas ou modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1392643.pdf	30/10/2019 17:19:41		Aceito
Outros	RespostaPendencias.pdf	30/10/2019 17:19:09	Laura Cordeiro Madeira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	DOCTORADO_PROJETO.pdf	30/10/2019 17:14:14	Laura Cordeiro Madeira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	30/10/2019 17:13:23	Laura Cordeiro Madeira	Aceito
Outros	FormularioCEP.pdf	31/08/2019 17:34:17	Laura Cordeiro Madeira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermoResponsabilidade.pdf	25/08/2019 09:42:16	Laura Cordeiro Madeira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermoProntuarios.pdf	25/08/2019 09:36:02	Laura Cordeiro Madeira	Aceito
Folha de Rosto	LauraMadeira.pdf	25/08/2019 09:19:48	Laura Cordeiro Madeira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Tiradentes, 198 - Subsolo
Bairro: Floresta **CEP:** 90.560-030
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3314-3537 **E-mail:** cep.iep@hmv.org.br