

**Universidade do Vale do Paraíba- Univap
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento- IP&D
Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia**

TANIA UEB MACHADO KLUG

**RELEVÂNCIA DO ÍNDICE DE RESPIRAÇÃO RÁPIDA E SUPERFICIAL E DA
FORÇA MUSCULAR PERIFÉRICA E RESPIRATÓRIA COMO PREDITORES DE
SUCESSO DA EXTUBAÇÃO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA.**

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, SP

2020

TANIA UEB MACHADO KLUG

RELEVÂNCIA DO ÍNDICE DE RESPIRAÇÃO RÁPIDA E SUPERFICIAL E DA FORÇA MUSCULAR PERIFÉRICA E RESPIRATÓRIA COMO PREDITORES DE SUCESSO DA EXTUBAÇÃO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba como requisito parcial para a obtenção do grau Mestre em Bioengenharia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Emilia Angela Lo Schiavo Arisawa

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, SP

2020

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO DA OBRA

Ficha catalográfica

Klug, Tania Ueb Machado

Relevância do índice de respiração rápida e superficial e da força muscular periférica e respiratória como preditores de sucesso da extubação da ventilação mecânica. / Tania Ueb Machado Klug; orientadora, Emilia Angela Lo Schiavo Arisawa . - São José dos Campos, SP, 2020.

1 CD-ROM, 66 p.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos. Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia.

Inclui referências

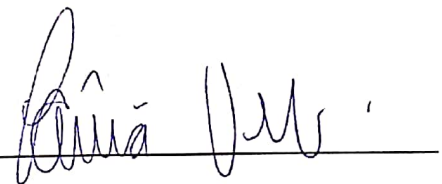
1. Bioengenharia. 2. Desmame. 3. Testes respiratórios. 4. Força muscular. 5. Respiração artificial. I. Arisawa , Emilia Angela Lo Schiavo , orient. II. Universidade do Vale do Paraíba. Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia. III. Título.

Eu, Tania Ueb Machado Klug, autor(a) da obra acima referenciada:

Autorizo a divulgação total ou parcial da obra impressa, digital ou fixada em outro tipo de mídia, bem como, à sua reprodução total ou parcial, devendo o usuário da reprodução atribuir os créditos ao autor da obra, citando a fonte.

Declaro, para todos os fins e efeitos de direito, que o Trabalho foi elaborado respeitando os princípios da moral e da ética e não violou qualquer direito de propriedade intelectual sob pena de responder civil, criminal, ética e profissionalmente por meus atos.

São José dos Campos, 8 de Julho de 2020.



Autor(a) da Obra

Data da defesa: 05 , 03 , 2020

TÂNIA UEB MACHADO KLUG

“RELEVÂNCIA DO ÍNDICE DE RESPIRAÇÃO RÁPIDA E SUPERFICIAL E DA FORÇA MUSCULAR PERIFÉRICA E RESPIRATÓRIA COMO PREDITORES DE SUCESSO DA EXTUBAÇÃO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA.”

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, do Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba – Univap, pela seguinte banca examinadora:

PROF.^a DR.^a FERNANDA PUPIO SILVA LIMA _____

PROF.^a DR.^a EMILIA ANGELA LO SCHIAVO ARISAWA _____

PROF.^a DR.^a ALESSANDRA DE ALMEIDA FAGUNDES _____

PROF.^a DR.^a CINTIA TÓKIO REIS GONÇALVES - USP _____

Prof. Dr. Leandro José Raniero

Diretor do IP&D – Univap

São José dos Campos, 05 de março de 2020.

RESUMO

A utilização de parâmetros preditivos para o desmame da ventilação mecânica invasiva (VMI) é um tema em que os estudos se divergem. Nesse contexto, esta pesquisa foi desenvolvida para nortear a respeito de alguns instrumentos que podem auxiliar neste processo. Considerando o exposto, o objetivo deste estudo foi comparar os parâmetros da força muscular inspiratória (FMI), da força muscular periférica (FMP) e do índice de respiração rápida e superficial (IRRS) como preditores de sucesso na extubação da VMI. Para tanto essas medidas foram coletadas em 30 pacientes internados em unidade de terapia intensiva, aptos para iniciar o processo de desmame da VMI. Esses participantes foram submetidos à coleta da Pressão Inspiratória Máxima (Pimáx), por meio do manovacuômetro digital, Índice de Respiração Rápida e Superficial obtido por meio do Ventilador Mecânico, enquanto a força muscular periférica foi mensurada pela escala da Medical Research Council (MRC). Posteriormente esses pacientes foram mantidos por 30 minutos sob o teste de respiração espontânea e caso não apresentassem nenhum sinal de intolerância eram extubados. Na sequência foram acompanhados por 48 horas e classificados como grupo sucesso se não precisassem ser reintubados durante este período ou grupo insucesso caso precisasse retornar ao suporte ventilatório invasivo. Os resultados encontrados mostraram que a FMP do grupo sucesso apresentou valor superior (50.60 ± 17.30) ao observado no grupo insucesso (26.71 ± 23.75), com p valor estatisticamente significativo. A FMI do grupo sucesso (31.34 ± 9.50) foi maior do que a verificada no grupo insucesso (28.57 ± 5.56), enquanto o IRRS do grupo insucesso foi menor (52.84 ± 20.62) do que o grupo sucesso (56.13 ± 23.66), embora ambos sem significância estatística. Concluiu-se que de todos os preditores de sucesso para extubação avaliados o IRRS e a força muscular inspiratória não se caracterizam como índices preditivos adequados para nortear a equipe multidisciplinar durante o processo de desmame da VMI. Por outro lado, a força muscular periférica se apresentou como preditor confiável para sucesso na extubação. A fraqueza da musculatura dos membros superiores e inferiores associada a doenças crônicas, como DPOC e ICC, favorecem o desfecho negativo da extubação, uma vez que essas patologias já constituem risco de falha na transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea.

Palavras-chave: Desmame. Desmame do respirador. Testes respiratórios. Força muscular. Extubação. Respiração artificial.

RELEVANCE OF THE RAPID SHALLOW BREATHING INDEX AND THE PERIPHERAL AND RESPIRATORY MUSCLES AS A PREDICTORS OF EXTUBATION SUCCESS OF MECHANICAL VENTILATION

ABSTRACT

The use of predictive parameters for weaning from invasive mechanical ventilation (IMV) is a topic on which studies differ. In this context, this research was developed to guide about some instruments that can assist in this process. Considering the above, the objective of this study was to compare the parameters of inspiratory muscle strength (IMF), peripheral muscle strength (FMP) while the rapid and shallow breathing index (IRRS) as predictors of success in extubating IMV. For this purpose, these measurements were collected from 30 patients admitted to the intensive care unit, able to start the weaning process from IMV. These participants were submitted to the collection of the Maximum Inspiratory Pressure (Pimax), through the digital manovacuometer, Rapid and Superficial Breathing Index obtained by means of the Mechanical Ventilator, while the peripheral muscle strength was measured by the Medical Research Council (MRC) scale. Subsequently, these patients were kept for 30 minutes under the spontaneous breathing test and if they did not show any signs of intolerance, they were extubated. They were followed up for 48 hours and classified as a successful group, if they did not need to be reintubated during this period, or as a failure group, if they need to return to invasive ventilatory support. The results showed that the FMP of the successful group was higher (50.60 ± 17.30) than the values observed at the unsuccessful group (26.71 ± 23.75), with significant p value. The IMF of the successful group (31.34 ± 9.50) was higher than the unsuccessful group (28.57 ± 5.56), while the IRRS of the unsuccessful group was (52.84 ± 20.62) compared with the success group (56.13 ± 23.66), although both without significant p value. We conclude that IRRS and inspiratory muscle strength are not adequate predictive indexes to guide the multidisciplinary team during the weaning process of IMV. Peripheral muscle strength seems to be more reliable in predicting extubation success. The weakness of the muscles of the upper and lower limbs associated with chronic diseases, such as COPD and CHF, favor the negative outcome of extubation, since these pathologies already constitute a risk of failure in the transition from mechanical ventilation to spontaneous ventilation.

Keywords: Weaning. Weaning from the respirator. Breathing tests. Muscle strength. Extubation. Respiration artificial.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Fluxograma com o delineamento do estudo.....	28
Figura 2 - Posicionamento do participante para avaliar o grau de força muscular durante a abdução de ombro, utilizando a escala do MRC.	30
Figura 3 - Posicionamento do participante para avaliar grau de força muscular durante a flexão de cotovelo utilizando a escala do MRC.	30
Figura 4 - Posicionamento do participante para avaliar grau de força muscular durante a extensão do punho utilizando a escala do MRC.....	31
Figura 5 - Posicionamento do participante para avaliar grau de força muscular durante a flexão de quadril utilizando a escala do MRC.....	31
Figura 6 - Posicionamento do participante para avaliar grau de força muscular durante a extensão do joelho utilizando a escala do MRC.....	32
Figura 7 - Posicionamento do participante para avaliar grau de força muscular durante a dorsiflexão utilizando a escala do MRC.....	32
Figura 8 – Manovacuômetro analógico.	33
Figura 9 – Aferição da Pressão Inspiratória Máxima (Pimáx)	34
Figura 10 – Ventilador Mecânico modelo DIXTAL 3010 e 3012.	34

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Caracterização de todos os participantes, do grupo Sucesso e Insucesso.	37
Tabela 2 - Comparação entre os grupos Sucesso e Insucesso para extubação.	42
Tabela 3 - Correlação entre parâmetros.	43
Tabela 4 - Dados hemodinâmicos, saturação periférica de oxigênio e valores ventilatórios de frequência respiratória e volume corrente no início e no fim do Teste de Respiração Espontânea (T.R.E).	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escore do Medical Research Council (MRC)	29
Quadro 2 Caracterização individual dos participantes do estudo do gênero masculino	38
Quadro 3 - Caracterização individual dos participantes do estudo do gênero feminino.	39
Quadro 4 - – Causas da falha na extubação do grupo Insucesso.....	39
Quadro 5 - Caracterização individual dos participantes do estudo referente a causas de início da VMI e diferença alvéolo-arterial de oxigênio predita e real. (continuação).....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIGLA	NOME
CVF	Capacidade Vital Forçada
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
FC	Frequência Cardíaca
FIO ₂	Fração Inspirada de Oxigênio
FR	Frequência Respiratória
IRRS	Índice de Respiração Rápida e Superficial
MRC	Escala manual de força muscular estabelecida pelo Medical Research Council
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PaCO ₂	Pressão Arterial de gás carbono
PH ₂ O	Pressão de Vapor de Água
PAO ₂	Pressão Alveolar de Oxigênio
PaO ₂	Pressão Arterial de Oxigênio
PEEP	Pressão Positiva Expiratória Final
R	Coefficiente respiratório
D(A-a)O ₂	Diferença Alveolar Arterial de Oxigênio
PB	Pressão Barométrica
Pimáx	Pressão Inspiratória Máxima
SpO ₂	Saturação Periférica de Oxigênio
SatO ₂	Saturação de Arterial de Oxigênio
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
T.R.E	Teste de Respiração Espontânea
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VC	Volume Corrente
VMNI	Ventilação Mecânica Não invasiva
VMI	Ventilação Mecânica Invasiva

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO GERAL	14
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO	14
3 JUSTIFICATIVA	15
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
4.1 VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA.....	16
<i>4.1.1 Fatores Que Prolongam O Tempo Sob Ventilação Mecânica Invasiva.....</i>	<i>16</i>
4.2 EXTUBAÇÃO DO PACIENTE SOB VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA.....	20
<i>4.2.1 Preditores de desmame da ventilação mecânica invasiva.....</i>	<i>21</i>
5 METODOLOGIA.....	26
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES.....	26
5.2 PROCEDIMENTOS	27
6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	36
7 RESULTADOS	37
8 DISCUSSÃO	45
9 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS.....	54
APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	61
APÊNDICE 2 - FICHA DE COLETADA DE DADOS	63
ANEXO 1 - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	66

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, diversos índices e variáveis vêm sendo utilizados para prever o sucesso do desmame ventilatório, tais como mecânica respiratória, troca gasosa e padrão respiratório, dentre outros (TANIOS *et al.*, 2006). Na maioria dos pacientes submetidos ao suporte ventilatório invasivo, cuja etiologia da causa seja cirurgias eletivas, o desmame acontece de forma simples e sem maiores complicações. Entretanto, pacientes com disfunções multissistêmicas ou da musculatura respiratória, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), doenças neuromusculares e cardiopatas, entre outros, podem exigir maior tempo para o desmame, tornando-o muitas vezes difícil e prolongado (LONE; WALSH, 2011).

Estratégias têm sido pesquisadas para prever com precisão e prevenir a insuficiência respiratória pós extubação (MEADE *et al.*, 2001; NEMER; BARBAS, 2011). O estudo de Epstein; El-Mokadem e Peerless (2002) constatou que cerca de 20% das extubações evoluem para reintubação, enquanto nos resultados obtidos no estudo de Savi *et al.* (2012), 23% dos pacientes avaliados apresentaram falha na extubação associada a uma taxa de mortalidade 3 vezes superior à observada quando havia sucesso na extubação. Dificuldades neste processo de desmame da ventilação mecânica são responsáveis por grande parte do tempo gasto na UTI (ESTEBAN *et al.*, 1994).

É importante a avaliação clínica diária para identificar o momento adequado para a interrupção da ventilação mecânica, diminuindo, assim, o tempo que o paciente está sob pressão positiva invasiva, com a conseqüente redução dos custos hospitalares (ELY *et al.*, 1996; KOLLEF *et al.*, 1997; MARELICH *et al.*, 2000; BLACKWOOD *et al.*, 2011). A avaliação da pressão inspiratória máxima (P_{imáx}), da força muscular periférica e do índice de respiração rápida e superficial (IRRS) pode nortear a tomada de decisão, sendo esses preditores instrumentos importantes na conduta clínica (DE JONGHE *et al.*, 2007; NEMER; BARBAS, 2011).

Entre os inúmeros preditores de desmame da ventilação mecânica, o mais conhecido e utilizado na prática clínica é o Índice de Respiração Rápida e Superficial (IRRS), proposto por Yang e Tobin (1991), que é a razão entre a frequência respiratória (FR) e o volume corrente (VC). A relação FR/VC avalia o desenvolvimento da respiração rápida e superficial, sendo que valores superiores a 105 L/min predizem grande chance de falha na extubação (YANG; TOBIN, 1991). Porém esses autores demonstraram que esse índice, aplicado de forma isolada, não garante a certeza do sucesso ou insucesso na extubação.

Pacientes em unidades de terapia intensiva submetidos por muito tempo à ventilação mecânica invasiva desenvolvem, facilmente, fraqueza muscular (DE JONGHE *et al.*, 2002; BEDNARIK *et al.*, 2005; TEAM STUDY INVESTIGATORS *et al.*, 2015). Uma das explicações deste enfraquecimento da musculatura está relacionada com a substituição da respiração espontânea pela ventilação artificial como consequência do desuso desta musculatura (CHANG *et al.*, 2005; PETROF; JABER; MATECKI, 2010; ZHU; SASSOON, 2012). O desequilíbrio entre o aumento da demanda ventilatória, com a diminuição da força e a resistência dos músculos respiratórios constitui importante fator na dependência do paciente em ventilação mecânica. Por esse motivo, o paciente com pressão inspiratória máxima (P_{imáx}) elevada apresenta maiores chances de evoluir com sucesso no desmame do que aquele que tem P_{imáx} inferior (EPSTEIN; EL-MOKADEM; PEERLESS, 2002). Há estudos que contradizem esta constatação, afirmando que a melhora do valor da P_{imáx}, pelo treinamento muscular, não interfere na duração do desmame e não diminui a necessidade de reintubação (CARUSO *et al.*, 2005; CONDESSA *et al.*, 2013; MORENO *et al.*, 2019).

Outra situação rotineira, que ocorre em pacientes críticos admitidos em unidade de terapia intensiva (UTI), é a fraqueza muscular dos membros, um dos principais sintomas do paciente que está desenvolvendo neuromiopia da doença crítica (ALI *et al.*, 2008). Estudos experimentais demonstraram que indivíduos saudáveis e bem nutridos podem perder de 4% a 5% da força muscular por semana quando acamados (BERG; LARSSON; TESCH, 1997). Os efeitos do repouso no leito ocorrem principalmente pelo desuso da musculatura, que leva a hipotrofia da musculatura esquelética (NEEDHAM *et al.*, 2008). Os principais efeitos adversos associados ao repouso prolongado são: diminuição da síntese de proteína muscular, atrofia muscular e diminuição da massa muscular magra, diminuição da capacidade do exercício, encurtamento do tecido conjuntivo e contraturas articulares, diminuição da densidade óssea, diminuição da P_{imáx} e da capacidade vital forçada (CVF) (BUTTIGNOL; PIRES; ANNONI, 2016).

A ausência de indicadores durante o processo de desmame que evidenciem se o paciente está desenvolvendo algum dos fatores acima citados pode resultar em falha na extubação, e pode acarretar o desenvolvimento de complicações hospitalares, tais como aumento na taxa de mortalidade, pneumonia associada à ventilação e prolongamento da permanência na UTI (FAGON *et al.*, 1996; FRUTOS-VIVAR *et al.*, 2011; BEDUNEAU *et al.*, 2017).

Considerando o exposto, o objetivo do presente estudo é determinar quais preditores de desmame da ventilação mecânica invasiva podem nortear o momento adequado para

extubação, considerando a heterogeneidade das patologias presentes em unidades de terapias intensivas.

2 OBJETIVO GERAL

Comparar os parâmetros da força muscular respiratória, força muscular periférica e índice de respiração rápida e superficial como preditores de sucesso na extubação da ventilação mecânica invasiva.

2.1 Objetivo Específico

Avaliar qual dos preditores analisados traduzirá melhor o sucesso da extubação da ventilação mecânica invasiva.

3 JUSTIFICATIVA

Os resultados obtidos no presente estudo poderão se constituir em instrumento importante para nortear a equipe multidisciplinar das unidades de terapia intensiva quanto à tomada de decisão clínica para o desmame da ventilação mecânica invasiva. Por meio das análises destes preditores será possível eleger o momento ideal para retirada do paciente da ventilação mecânica invasiva, podendo assim evitar falha na transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea e suas possíveis iatrogenias associadas. Ao final deste estudo será possível revisar o Protocolo de Desmame da Ventilação Mecânica Invasiva em ambientes hospitalares, a partir dos resultados obtidos, utilizando os preditores que melhor indicarem o sucesso para a extubação.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Ventilação Mecânica Invasiva

A ventilação mecânica invasiva (VMI) é indicada para tratamento de indivíduos que evoluíram com insuficiência respiratória aguda, ou crônica agudizada, com o objetivo de melhorar as trocas gasosas (BARBAS *et al.*, 2014). Uma porcentagem significativa de pacientes internados em UTI necessita deste suporte ventilatório invasivo e 41% do tempo total que este indivíduo fica sob o suporte invasivo é ocupado pelo processo de desmame da VMI. Em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) este processo pode ser ainda mais moroso, isto é, o tempo entre o início do desmame e a extubação da ventilação mecânica pode atingir 59% do tempo total deste paciente sob VMI (ESTEBAN *et al.*, 1994).

4.1.1 Fatores Que Prolongam O Tempo Sob Ventilação Mecânica Invasiva

Alguns fatores podem postergar a retirada do paciente da VMI e aumentar o tempo sob essa condição. A grande maioria desses pacientes recebe tratamento medicamentoso para promover sedação e analgesia com o objetivo de reduzir o sofrimento e permitir melhor sincronia do paciente com o ventilador mecânico. Contudo, esta conduta pode resultar em coma induzido prolongado e consequente imobilização no leito (SCHWEICKERT *et al.*, 2009). A ausência de protocolos que minimizem o efeito da sedação pode aumentar o tempo da transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea, uma vez que um dos pré-requisitos para o início do processo de desmame da VMI é o paciente responder a comandos simples e para isto o indivíduo precisa estar desperto. O efeito sedativo da medicação prejudica esta ação, podendo assim postergar o início do desmame e com isso este grupo pode evoluir para um maior tempo de duração da ventilação mecânica e de internação na UTI em relação ao grupo com o protocolo de sedação instituído (SCHMIDT *et al.*, 2017).

Outro fator que pode prolongar o tempo do paciente sob VMI é a ausência de protocolos que norteiem o processo de desmame. Este fato ficou evidente na revisão de literatura de Schmidt *et al* (2017), considerando que nos pacientes em que a transição da ventilação artificial para a espontânea foi conduzida por meio de protocolos, observou-se redução no tempo sob pressão positiva invasiva e a alta da UTI ocorreu mais precocemente quando comparada aos pacientes onde o processo de retirada da VMI foi realizado de forma aleatória, sem nenhuma rotina instituída (SCHMIDT *et al*, 2017). A importância de ter

protocolo instituído no processo de extubação do paciente sob VMI também ficou clara na revisão bibliográfica de Esteban *et al.* (2002), onde a ausência deste planejamento impactou em mortalidade na UTI maior (32,4%) em relação aos pacientes onde o processo de extubação ocorreu guiado por um protocolo (22,6%).

A polineuropatia ou miopatia por doença crítica é outra complicação frequente na UTI e está associada à ventilação mecânica prolongada, maior permanência em UTI e aumento da mortalidade. Esta é denominada miopatia quando apresenta, patologicamente, características de uma doença não necrosante associada à degeneração gordurosa de fibras musculares e atrofia destas fibras (LATRONICO *et al.*, 1996). Por outro lado, a denominação polineuropatia está associada à doença que apresenta achados patológicos que incluem leve redução na densidade das fibras de mielina, degeneração axonal esporádica, e acentuadas alterações degenerativas, sem qualquer evidência de desmielinização primária (PANDIT; AGRAWAL, 2006). Portanto a literatura é clara em nos mostrar que nestas situações ocorre o envolvimento neuromuscular durante o curso da doença crítica abrangendo a neuropatia e miopatia, induzindo a sinais clínicos da polineuropatia e miopatia semelhantes, principalmente a fraqueza muscular (HERMANS; VAN DEN BERGHE, 2015).

Ainda existem dúvidas relacionadas à etiologia, prognóstico e tratamento da polineuropatia, mas sabe-se que essa alteração causa degeneração na bainha de mielina que pode resultar na redução da condução nervosa. Esse ciclo acomete as fibras musculares estriadas pela desnervação e, a partir disso, são desencadeados diversos sinais e sintomas, sendo o principal deles a fraqueza muscular generalizada (MIRANDA *et al.*, 2011).

Os principais motivos associados à miopatia ou polineuropatia do doente crítico são: síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SRIS) ou sepse, hiperglicemia, agentes farmacológicos, imobilização no leito e disfunção nutricional. A fisiopatologia desta doença é complexa, podendo ocorrer alterações metabólicas, inflamatórias e bioenergéticas, por meio de alterações do catabolismo proteico, aumento da perda urinária de nitrogênio e perda de massa muscular (PANDIT; AGRAWAL, 2006). No caso de paciente com sepse, a patogênese desta lesão tem sido relacionada a uma alteração da microcirculação resultando em lesão axonal e degeneração (BOLTON *et al.*, 1984). As citocinas, que encontramos em indivíduos com sepse, têm sido relacionadas ao desenvolvimento de caquexia, por meio da disfunção endotelial que culmina na apoptose dos miócitos e fraqueza muscular (SHARMA; ANKER, 2002). Foi identificado no estudo de Streat, Beddoe e Hill (1987) que há perda significativa de 12,5% da quantidade de proteína corporal total em pacientes com choque séptico e esta pode ser uma das possíveis explicações para a perda da massa muscular nestes pacientes.

No estudo de De Jonghe *et al.* (2002) verificou-se que todos os pacientes com diagnóstico de paresia adquirida na UTI desenvolveram axonopatia sensório-motora e esse achado sugere que o nervo e o músculo periférico podem estar na origem desta doença. Esta doença, que envolve distúrbios musculares e sensoriais, acomete pacientes críticos e está relacionada à fraqueza severa dos membros e dificuldade de desmame ventilatório (HERMANS; VAN DEN BERGHE, 2015), sendo que 25-33% dos pacientes ventilados mecanicamente por mais de 7 dias desenvolveram fraqueza clinicamente evidente (DE LETTER *et al.*, 2001; DE JONGHE *et al.*, 2002).

A imobilidade é muito comum em pacientes graves sob VMI devido, principalmente, à sedação. Este quadro é um contribuinte essencial para a fraqueza muscular adquirida na UTI e para o comprometimento funcional (SCHWEICKERT *et al.*, 2009). Portanto, quanto maior for a permanência do paciente em uma UTI mais tempo ele ficará com a mobilidade reduzida e este fato é uma condição para o desenvolvimento da polineuropatia ou miopatia, uma vez que a fibra muscular também pode desenvolver atrofia muscular por desuso (PANDIT; AGRAWAL, 2006). O trabalho de De Jonghe *et al.* (2002) corrobora com esse fato, uma vez que o grupo com o diagnóstico de paresia adquirida na UTI permaneceu mais tempo sob VMI e um período de internação em UTI mais longo, comparado ao grupo controle. Associado a isto, estes pacientes também desenvolvem, durante o curso da doença crítica, déficit calórico devido à disfunção do trato gastrointestinal, quadro que contribui para a perda de massa muscular e fraqueza (HERMANS; VAN DEN BERGHE, 2015).

Os efeitos adversos da imobilidade sobre a musculatura esquelética são claros na literatura, esse processo de atrofia devido ao desuso começa dentro das primeiras 72 horas em idosos saudáveis e bem nutridos, e pode desenvolver a perda de massa muscular e força em indivíduos hospitalizados com repouso no leito, em até 10 dias (KORTEBEIN *et al.*, 2007).

A ventilação mecânica prolongada também está associada à disfunção diafragmática induzida pela ventilação mecânica (DDIVM) e os pacientes com este diagnóstico também apresentam maior tempo de desmame da VMI e maior taxa de falha da extubação (KIM *et al.*, 2011). O diafragma é o músculo respiratório mais afetado em relação à fraqueza muscular adquirida pela VMI, por ser o principal músculo em ação durante a inspiração, responsável pelo aumento dos três diâmetros da caixa torácica (AZEREDO, 2002). Na revisão bibliográfica de Petrof, Jaber e Matecki (2010) ficou claro que há evidências de que a ventilação mecânica pode induzir a fraqueza diafragmática, devido à lesão pelo estresse oxidativo diafragmático e pela atrofia muscular causadas por este procedimento invasivo. Os achados de Levine *et al.* (2008) corroboram com a revisão Petrof, Jaber e Matecki (2010),

uma vez que evidenciaram que a VMI controlada prolongada pode lesar o diafragma humano, reduzindo a pressão transdiafragmática em 55%. Na biópsia diafragmática, observou-se atrofia das fibras tipo I e II, com grande aumento dos marcadores de proteólise muscular e de estresse oxidativo.

Os pacientes com o diagnóstico de DDIVM apresentam a musculatura do diafragma com atrofia e lesões das fibras musculares e múltiplas alterações bioquímicas, diminuição da síntese de proteína, aumento da proteólise e apoptose (POWERS *et al.*, 2011; SMUDER *et al.*, 2012). Alguns estudos evidenciaram que quando é utilizada a ventilação mecânica controlada ocorre uma diminuição do fluxo sanguíneo no diafragma, devido à redução da contração da musculatura diafragmática, acarretando uma hipóxia regional, podendo levar em uma redução de até 80% no metabolismo aeróbio do diafragma durante as contrações (BRANCATISANO *et al.*, 1991; DAVIS 3RD *et al.*, 2012).

Desta forma fica mais fácil compreender que a disfunção diafragmática é comum em pacientes ventilados mecanicamente e pode ser a causa do fracasso do desmame. O primeiro estudo a sugerir que a força muscular respiratória é determinante para o desmame foi realizado por Bolton *et al.*, (1984), e posteriormente foram desenvolvidas outras pesquisas que confirmaram este fato (EPSTEIN; EL-MOKADEM; PEERLESS, 2002; CADER *et al.*, 2010; DAVIS 3RD *et al.*, 2012).

Uma das dificuldades encontradas está relacionada ao diagnóstico da fraqueza muscular respiratória e periférica em paciente sob VMI em uma UTI. Diversos estudos indicam instrumentos para mensurar tanto a força muscular respiratória como a periférica, porém a literatura é carente de valores que norteiem sobre um índice que permita diferenciar pacientes com e sem fraqueza muscular. Esta limitação dificulta o tratamento, uma vez que para adotar uma conduta correta é necessário o diagnóstico preciso (HERMANS; VAN DEN BERGHE, 2015). Outra dificuldade referente ao diagnóstico da fraqueza muscular do paciente crítico se refere às avaliações sensoriais e motoras que necessitam que o paciente esteja vigil e responsivo. No entanto, na UTI, ele normalmente está altamente sedado, limitando esta avaliação ou mesmo tornando-a não confiável (HERRIDGE; BATT; HOPKINS, 2008).

Diante do exposto a decisão de extubar um paciente internado em UTI é de extrema importância, considerando que a demora por parte da equipe multidisciplinar em identificar o momento ideal para a extubação, bem como o insucesso neste processo, podem levar o paciente a desenvolver complicações, como as já referidas: tempo prolongado sob VMI, pneumonia associada à ventilação mecânica, aumento da taxa de mortalidade, prolongamento

de sua permanência na UTI, com reflexo nos custos hospitalares (ELY *et al.*, 1996; FAGON *et al.*, 1996; FRUTOS-VIVAR *et al.*, 2011; BEDUNEAU *et al.*, 2017).

4.2 extubação do paciente sob ventilação mecânica invasiva

Por definição, o sucesso de extubação ocorre quando o paciente, após passar pelo teste de respiração espontânea (TRE), é retirado da pressão positiva invasiva e não é reintubado nas próximas 48 horas (BARBAS *et al.*, 2014). O TRE é um método que permite avaliar se o paciente é capaz de respirar sozinho, simulando como se ele estivesse em ar ambiente por tempo determinado, entre 30 minutos a 120 minutos (BARBAS *et al.*, 2014). Alguns estudos indicam que 60-80% dos pacientes que estão sendo ventilados artificialmente podem ser extubados com sucesso após serem submetidos ao TRE bem sucedido (BROCHARD *et al.*, 1994; ELY *et al.*, 1996; ESTEBAN *et al.*, 1997; VALLVERDU *et al.*, 1998).

Os métodos mais utilizados para realizar o TRE em pacientes sob VMI são com o uso de peças em T ou com pressão suporte entre 5 a 8 cmH₂O. Sabe-se que o tubo endotraqueal impõe uma resistência na via aérea do paciente inversamente relacionada ao diâmetro transversal, isto é, quanto menor o diâmetro do tubo orotraqueal maior é a resistência, e que a pressão suporte de 5 a 8 cmH₂O é a suficiente para vencer essa resistência. Não há diferença entre esses dois métodos em relação ao desfecho relacionado ao sucesso ou insucesso na extubação (ESTEBAN *et al.*, 1997). É importante o monitoramento do paciente durante todo o período do teste da respiração espontânea (TRE), uma vez que alguns sinais podem prever o sucesso no desmame da VMI, como: adequada troca gasosa, estabilidade hemodinâmica e ausência de sinais de desconforto respiratório (ESTEBAN *et al.*, 1997; BARBAS *et al.*, 2014).

Uma vez que um paciente é capaz de sustentar o TRE, uma segunda decisão deve ser feita sobre se a via aérea artificial pode ser removida, utilizando os índices de desmame que são instrumentos feitos para prever a prontidão dos pacientes na manutenção da ventilação espontânea, evitando, consequentemente, o insucesso na extubação da VMI (ALÍA; ESTEBAN, 2000). Desta forma, uma avaliação do quadro clínico associado ao TRE e aos índices que predizem o sucesso do desmame da VMI podem proporcionar um prognóstico mais assertivo para este processo (NEMER; BARBAS, 2011).

No estudo de Thille *et al.* (2011) foi identificado um perfil de pacientes com alto risco para desenvolver falha no processo de desmame da VMI, que incluía idade superior a 65 anos, presença de patologia cardíaca ou respiratória crônica. Este perfil apresentou taxa de falha de

extubação de 34%. Já no estudo realizado por Frutos-Viva *et al.* (2011), onde a população era heterogênea, 16% dos pacientes necessitaram de reintubação dentro de 48 horas após a extubação. Foi constatado, neste mesmo estudo, que a falência da extubação estava associada ao aumento da mortalidade.

Segundo a recomendação de Barbas *et al.*, (2014) para o desmame ventilatório ser realizado, primeiramente deve ser resolvido ou controlado o motivo que levou o paciente à insuficiência respiratória. Em um segundo momento, serão avaliados os itens: oxigenação adequada (Pressão Arterial Parcial de oxigênio ≥ 60 mmHg, Fração Inspirada de Oxigênio $\leq 0,4$ e Pressão Expiratória Final Positiva ≤ 5 a 8 cmH₂O), estabilidade hemodinâmica (ausência ou doses baixas de vasopressores), ausência de insuficiência coronariana descompensada ou disritmias com repercussão hemodinâmica, além de apresentar drive respiratório e gasometria arterial em equilíbrio ácido básico. Diante deste quadro o paciente estaria apto para iniciar o processo de desmame, isto é, pacientes com tempo ≥ 24 horas sob VMI estariam em condições para iniciar o processo de transição entre a ventilação artificial e a espontânea (GOLDWASSER *et al.*, 2007). Preenchendo esses critérios, recomenda-se realizar o TRE e, se o desfecho do teste for positivo e os índices preditivos mostrarem um prognóstico positivo, a chance de sucesso neste processo de extubação é maior (BARBAS *et al.*, 2014).

4.2.1 Preditores de desmame da ventilação mecânica invasiva

Os preditores de desmame da VMI nos auxiliam nesta tomada de decisão sobre o melhor momento para a extubação, uma vez que podem determinar fatores associados à taxa de falha neste processo de migração da ventilação artificial para a ventilação espontânea, tornando-se assim uma ferramenta importante nesta decisão clínica (TANIOS *et al.*, 2006). Na literatura atual, segundo Goldwasser *et al.* (2007), há mais de 50 índices preditivos de desmame, porém ainda há uma taxa de falha de extubação de 10 a 20% (THILLE; CORTÉS-PUCH; ESTEBAN, 2013).

Dos muitos índices de desmame preditivos sugeridos, o índice de respiração rápida e superficial (IRRS) parece ser o parâmetro mais útil por sua simplicidade e confiabilidade (ALÍA; ESTEBAN, 2000). Yang e Tobin (1991) foram pioneiros no estudo deste índice que representa a relação entre a frequência respiratória (FR) dividida pelo volume corrente (VC) (IRRS = Frequência respiratória/Volume corrente em litros, por exemplo, 15 rpm/0,250 litros resulta em um índice de 60 L/min).

No estudo de Yang e Tobin (1991) a relação FR/VC foi idealizada, sendo os dados desta divisão coletados em indivíduos em respiração espontânea. Para tanto, o paciente era desconectado do ventilador mecânico permanecendo em respiração espontânea durante um minuto, pelo ventilômetro conectado na via aérea artificial do paciente, permitindo obter os valores do volume corrente e da frequência respiratória. O desequilíbrio entre a capacidade dos músculos respiratórios e a demanda respiratória pode resultar na falha do processo de desmame da VMI e a relação FR/VC aumenta quando há esse desequilíbrio, podendo assim prever o insucesso no processo de desmame. Foi observado que valores superiores a 105 L/min predizem grande chance de falha na extubação (YANG; TOBIN, 1991).

Entretanto, na prática clínica, com o intuito de fazer uma analogia ao estudo original de Yang e Tobin (1991), utilizam-se os valores fornecidos pelo ventilador para obter o IRRS, estando os pacientes com pressão de suporte de 5 a 8 cmH₂O, que segundo a literatura é o valor necessário para vencer a resistência do tubo endotraqueal, aproximando-se da situação de respiração espontânea (BROCHARD *et al.*, 1994).

Estudo de Krieger *et al.* (1997), utilizando o método original proposto por Yang e Tobin (1991) em 257 pacientes idosos com o IRRS menor que 105 L/min., observou que 88% da amostra apresentou sucesso no desmame, porém 11% desta amostra, apesar de ter IRRS menor que 105 L/min., apresentou insucesso no desmame. Na revisão sistemática realizada por Meade *et al.* (2001), foram selecionados 65 estudos observacionais de preditores de desmame relatados em 70 publicações, onde o IRRS foi considerado o mais promissor dos preditores, porém adotou-se um valor de corte ≤ 65 L/min, diferente do estudo original proposto por Yang e Tobin (1991) no qual o valor de corte foi ≤ 105 L/min. Um componente que pode influenciar o resultado desta relação é a resistência das vias aéreas, uma vez que o tubo endotraqueal de diâmetro pequeno, ou uma obstrução de via aérea, podem elevar a resistência desta via e com isso aumentar o trabalho ventilatório, traduzido pelo aumento da FR e conseqüentemente do IRRS. Esteban *et al.* (1997) relataram que diversos estudos afirmaram que a presença do tubo endotraqueal, mesmo em pessoas saudáveis, pode aumentar a resistência em 27 a 240%, dependendo do diâmetro interno do tubo, e isso pode se refletir em aumento de trabalho respiratório.

Embora, o IRRS seja um preditor bastante utilizado, alguns estudos sugerem que aplicando esse índice isoladamente não consegue prever o sucesso ou insucesso na extubação, sendo necessária a avaliação de outros índices associados ao IRRS para detectar o melhor momento para o sucesso na transição da ventilação artificial para a espontânea (YANG; TOBIN, 1991; SANTOS *et al.*, 2007).

A avaliação da fraqueza muscular inspiratória também pode ser um instrumento que norteie a equipe multidisciplinar na decisão clínica para extubar um paciente, uma vez que ela tem sido implicada como contribuinte pela falha no desmame ventilatório (CARLUCCI *et al.*, 2009). O modo ventilatório escolhido pode acelerar o processo de enfraquecimento da musculatura respiratória, visto que estudos sugerem o emprego de modos ventilatórios espontâneos como estratégia profilática para evitar a disfunção muscular respiratória (JUNG *et al.*, 2010; DEMOULE *et al.*, 2012).

A forma de coletar a força muscular inspiratória apresenta grande variabilidade, fator limitante neste processo de trabalho, uma vez que essa escolha pode impactar nos resultados encontrados e por não haver, infelizmente, na literatura consenso sobre a melhor forma de mensurar esse dado (HOO; PARK, 2002). A Pimáx pode ser coletada com o auxílio de manovacuômetro analógico ou digital, com ou sem válvula unidirecional, e até mesmo por meio de softwares dos ventiladores mecânicos (NEMER; BARBAS, 2011). Portanto, ainda temos estudos que não evidenciam a Pimáx como instrumento eficaz para predizer o sucesso no desmame da VMI. O ensaio clínico controlado randomizado de grupos paralelos e duplo cego, realizado por Moreno *et al.* (2019), envolveu 126 pacientes em processo de desmame da ventilação mecânica invasiva (tempo mínimo sob VMI \geq 48 horas), sendo que ao grupo experimental foi aplicado diariamente, um programa de treino da musculatura respiratória (treinamento: carga de 50% da pressão inspiratória máxima), associado ao tratamento padrão, enquanto o grupo controle recebeu apenas o atendimento padrão de fisioterapia respiratória. Para aferir a força muscular inspiratória utilizou-se o manovacuômetro digital. O autor concluiu que a população que recebeu o treinamento muscular respiratório não apresentou redução no período de desmame ou aumento da força muscular respiratória em relação ao grupo controle.

Segundo Nemer e Barbas (2011), indivíduos com valores de Pimáx maiores do que -15cmH₂O apresentam fraqueza muscular inspiratória extrema e dificilmente conseguem sustentar a respiração espontânea. Já o estudo de Cader *et al.* (2010) avaliou idosos intubados que foram ventilados mecanicamente por pelo menos 48 horas. Um grupo recebeu os cuidados habituais e treino da musculatura inspiratória, ainda intubado, com o objetivo de melhorar o valor de Pimáx e o tempo de desmame. O grupo controle apenas recebeu os cuidados habituais. Constatou-se que o grupo que recebeu o treinamento muscular, não só melhorou a força muscular inspiratória, como também o processo de desmame.

Homens tem valores normais de Pimáx de aproximadamente $-111\pm 34\text{cmH}_2\text{O}$ e mulheres $-72\pm 26\text{cmH}_2\text{O}$. O corte proposto como preditivo de sucesso no desmame da VMI são valores menores que $-20\text{cmH}_2\text{O}$ (TOBIN, 1994; BARBAS; AMATO, 1996).

Diante disso é de extrema importância avaliar a Pimáx durante este processo de transição da ventilação mecânica para a espontânea, uma vez que ela reflete a força muscular inspiratória máxima dos músculos inspiratórios, principalmente do diafragma (NEMER, 2007) e seu monitoramento pode prever com mais exatidão o sucesso do desmame.

Tanto a musculatura respiratória quanto a dos membros superiores e inferiores são afetadas com a falta de mobilização imposta pelo indivíduo sob ventilação mecânica (DE JONGHE *et al.*, 2007). No estudo de De Jonghe *et al.* (2007) foi evidenciada fraqueza muscular respiratória e de membros uma semana após o paciente estar sob suporte ventilatório invasivo, o que provocou o aumento no tempo de ventilação pelo acentuado quadro de fraqueza muscular apresentando pelo paciente, principalmente séptico.

A fraqueza adquirida na UTI é uma fraqueza muscular generalizada que se desenvolve durante o curso da internação na UTI e para a qual nenhuma outra causa pode ser atribuída além da própria doença crítica ou seu tratamento (HERMANS; VAN DEN BERGHE, 2015). Diante desta informação fica fácil entender a importância de mensurar a força dos membros. Esta avaliação é um desafio, uma vez que o paciente de UTI apresenta oscilação em seu nível de consciência, com origem em diversas causas, incluindo sepse ou devido ao uso de sedativos e analgésicos (LATRONICO *et al.*, 1996).

A escala do Medical Research Council (MRC), que a princípio foi criada para auxiliar no diagnóstico de pacientes com Guillain-Barré, foi adaptada por De Jonghe *et al.* (2002) para quantificar a força muscular periférica de indivíduos internados em UTI. Esta escala classifica a força muscular de seis grupos entre zero e cinco, sendo que quanto maior a pontuação melhor o desempenho da tarefa solicitada, onde 60 reflete a pontuação máxima e 0 a pontuação mínima (KLEYWEG; VAN DER MECHÉ; SCHMITZ, 1991). Indivíduos com pontuação menor que 48 pontos são classificados clinicamente com fraqueza muscular periférica (DE JONGHE *et al.*, 2002). Esta escala pode ser aplicada apenas em pacientes que cooperam e que tenham nível de consciência para responder a questões simples.

No estudo de De Jonghe *et al.* (2002) foi avaliado a fraqueza muscular periférica adquirida na UTI por meio desta escala de MRC, dos 95 pacientes incluídos no estudo, 25,3% evoluíram com esta fraqueza, a escala de MRC média destes pacientes foi de 33,2 e os pacientes com fraqueza adquirida na UTI ficaram mais tempo sob ventilação mecânica invasiva e, conseqüentemente, mais tempo internados. A revisão de literatura realizada por

Hermans e Van Den Berghe (2015) corrobora que a fraqueza adquirida na UTI pode prolongar o tempo sob ventilação mecânica, aumentando assim o tempo de internação em UTI, bem como a mortalidade.

Portanto a escala de MRC pode ser utilizada como instrumento para balizar durante o processo de desmame da VMI, uma vez que pacientes com mais de 7 dias de ventilação mecânica sofrem alterações nas variáveis da função neuromuscular respiratória e estas estão correlacionadas com a severidade da fraqueza dos membros superiores e inferiores e o insucesso da extubação (DE JONGHE *et al.*, 2007).

5 METODOLOGIA

O estudo teve início após submissão e aprovação pelo Comitê de Ética da Plataforma Brasil (CAAE: 99328918.1.0000.5503 - Anexo 1), e foi desenvolvido nas Unidades de Terapia Intensiva Adulto do Hospital Santa Casa de São José dos Campos, situado no município de São José dos Campos-SP.

A todos os responsáveis pelos pacientes participantes, que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão, foi explicado detalhadamente o objetivo do estudo, e, após sua concordância, colhida a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), na hora da visita médica (Apêndice 1).

5.1 Caracterização dos participantes

Todos os participantes do estudo deveriam estar aptos a responder a, pelo menos, três de cinco questões referidas no teste que mensurou a força muscular periférica, uma vez que as respostas destas questões sinalizariam a compreensão, pelos pacientes, dos comandos solicitados, permitindo avaliar se eles apresentavam nível mínimo de cooperação para realizar o teste (DE JONGHE *et al.*, 2002). Um mesmo participante poderia participar mais de uma vez na amostra deste estudo, se após a primeira tentativa de desmame ocorresse falha, ou mesmo necessidade de reintubação após 48 horas, na medida em que cumprisse os critérios de inclusão.

➤ **Critérios de Inclusão:** Para serem inclusos na amostra os participantes deveriam se enquadrar nos seguintes critérios:

- O responsável pelo participante permitisse o estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);
- Estar em ventilação mecânica invasiva por intubação orotraqueal por no mínimo 24 horas;
- Idade maior ou igual a dezoito anos;
- Capaz de iniciar esforços inspiratórios;
- Sem história de doença neuromuscular pré-existente;
- Resolução da causa que o levou à ventilação mecânica;
- Sem sedação e/ou com doses mínimas de sedativos;
- Índice de oxigenação ≥ 150 , com $\text{PaO}_2 \geq 60$ mmHg, $\text{FiO}_2 \leq 40\%$ e PEEP 5 cmH₂O;

- Parâmetros mínimos de ventilação mecânica invasiva (Pressão Suporte 7cmH₂O e PEEP 5cmH₂O);
- Capaz de responder a, pelo menos três, de cinco comandos simples que são:
 - “Abra e feche os olhos”;
 - “Olhe para mim”;
 - “Abra a boca e coloque a língua para fora”;
 - “Movimente a cabeça”;
 - “Levante as sobrancelhas depois que eu contar até cinco”;

➤ **Critérios de exclusão:**

- Pacientes traqueostomizados;
- Sem condições clínicas para iniciar o desmame da VMI (BARBAS et al., 2014):
 - Temperatura corporal maior que 38°C,
 - Hemodinamicamente instáveis e/ou com drogas vasoativas em ascensão;

5.2 Procedimentos

É sugerido que os preditivos de desmame da VMI sejam coletados antes do Teste de Respiração Espontânea (BOLES *et al.*, 2007), por isso, primeiramente foi preenchido o formulário do Apêndice 2, que contempla os índices preditivos avaliados neste estudo: Força muscular periférica, Força muscular inspiratória e o IRRS. Todos os participantes do estudo foram submetidos a coletas de dados, conforme descrito no delineamento do estudo (FIGURA 1). Seguem os três índices preditivos de desmame avaliados neste estudo:

Figura 1 – Fluxograma com o delineamento do estudo.



Legenda: VMI: ventilação mecânica invasiva.

Os pacientes com tempo maior ou igual a 24 horas sob VMI e que cumprem os critérios de inclusão foram inseridos no estudo, aqueles que não cumprissem algum item dos critérios de inclusão eram mantidos em VMI. Foram coletados os dados (Apêndice 2) dos pacientes incluídos na amostra e posteriormente esses pacientes foram submetidos ao Teste de Respiração Espontânea (T.R.E) por 30 minutos, se não manifestassem nenhum sinal de intolerância durante este teste os pacientes eram extubados e caso algum paciente desenvolvesse algum sinal desconforto ao teste o paciente era adaptado novamente a ventilação mecânica invasiva até a correção da possível causa deste desconforto. O paciente extubado era acompanhado durante as 48 horas seguintes e se necessitasse da recolocação da prótese ventilatória antes das 48 horas era locado para o Grupo de Insucesso na Extubação e caso não precisasse de nenhuma intervenção ventilatória invasiva durante esse processo era locado no Grupo Sucesso na Extubação.

Fonte: Elaborado pela autora.

1) Escala manual de força muscular periférica estabelecida pelo Medical Research Council (MRC)

A primeira medida coletada foi os valores referentes à força muscular periférica, por meio da escala manual de força muscular estabelecida pela escala de MRC (DE JONGHE *et al.*, 2002). Esta escala é usada rotineiramente para rastrear a fraqueza adquirida em doentes críticos. Os participantes para iniciarem este teste devem ter respondido a, pelo menos, três de cinco comandos simples, já referidos acima. Todos os participantes incluídos no estudo foram

submetidos à avaliação bilateral de 12 grupos musculares: abdutores de ombro, flexores de cotovelo, extensores de punho, flexores de quadril, extensores de joelho e dorsiflexores (FIGURAS 2-7).

Por meio de comando verbal, foi solicitada a execução de determinado movimento do hemicorpo direito e posteriormente do hemicorpo esquerdo e a movimentação foi classificada em graus de força de 0 a 5, sendo “0” - Nenhuma contração visível; 1- Esboço de contração; 2- Sem movimentos contra a gravidade; 3- Movimento ativo contra a gravidade; 4- Movimento ativo contra a resistência e 5- Movimento vence a máxima resistência (Quadro 1). Para avaliar os graus nos estágios 4 e 5, foi aplicada uma resistência, no final do arco de movimento. Para avaliar o grau 4, foi utilizada uma caneleira de 0,5 Kg, e para o grau 5, uma caneleira de 1 kg, adaptada na região distal da articulação que estava sendo avaliada e era colocada apenas quando o paciente alcançava a amplitude total do movimento. Desta forma eliminamos a subjetividade do teste.

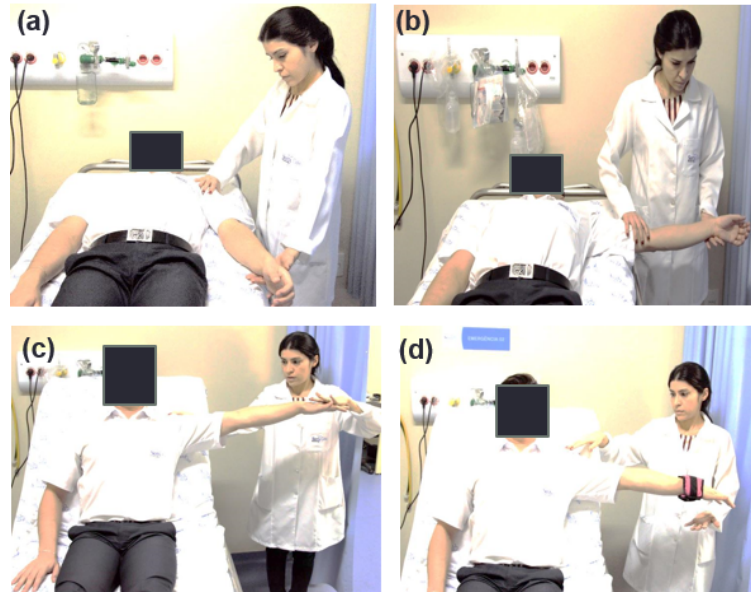
Quadro 1 - Escore do Medical Research Council (MRC)

- Movimentos avaliados	
Abdução de ombro	
Flexão cotovelo	
Extensão de punho	
Flexão do quadril	
Extensão do joelho	
Dorsiflexão do tornozelo	
- Grau de força muscular	
0	Nenhuma contração visível
1	Contração visível sem movimentos do segmento
2	Movimento ativo com eliminação da gravidade
3	Movimento ativo contra a gravidade
4	Movimento ativo contra a gravidade e resistência
5	Força normal

Legenda: Nível 0 corresponde a ausência de contração muscular; nível 1 há esboço de contração muscular, porém não há movimentação; nível 2 há contração muscular e movimentação articular; no nível 3 já ocorre o arco completo de movimento vencendo a gravidade; no nível 4, o indivíduo é capaz de realizar movimentos ativos com ação da gravidade, sendo necessário vencer uma resistência sub-máxima, e no nível 5 o paciente é capaz de vencer uma resistência máxima.

Fonte: Autor

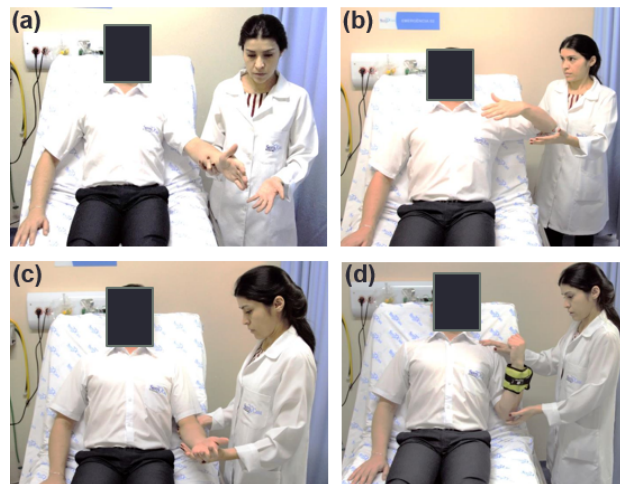
Figura 2 - Posicionamento do participante para avaliar o grau de força muscular durante a abdução de ombro, utilizando a escala do MRC.



Legenda: Grupo muscular avaliado abdução de ombro: (a) avaliado graus 0 e 1, posicionado o paciente em decúbito dorsal para colocar o movimento no plano horizontal, desta forma não ter a ação da força da gravidade; (b) avaliado grau 2, posicionado o paciente em decúbito dorsal para colocar o movimento no plano horizontal, desta forma não ter a ação da força da gravidade; (c) avaliado grau 3, posicionado paciente em sedestação para ter a ação da força da gravidade; (d) avaliado grau 4 com ação da força da gravidade e peso de 0,5 kg e avaliado grau 5 com ação da força da gravidade e peso 1,0 kg.

Fonte: autora

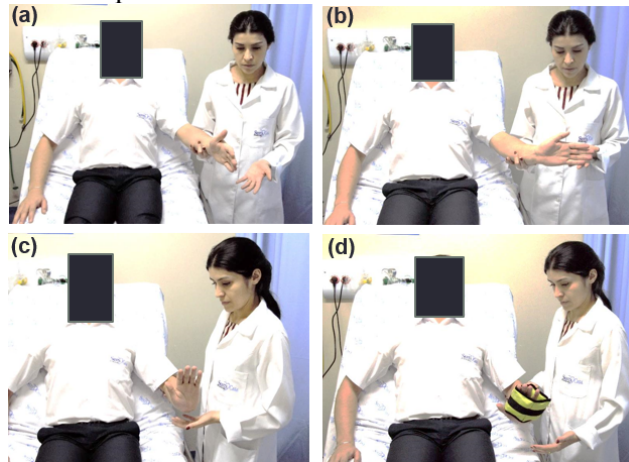
Figura 3 - Posicionamento do participante para avaliar grau de força muscular durante a flexão de cotovelo utilizando a escala do MRC.



Legenda: Grupo muscular avaliado flexão de cotovelo: (a) e (b) avaliado graus 0, 1 e 2 posicionado o paciente em sedestação, com a abdução do ombro e solicitado para fletir o cotovelo em direção ao músculo peitoral, desta forma anula a ação da força da gravidade, uma vez que o movimento se encontra no plano horizontal; (c) avaliado grau 3, posicionado paciente em sedestação para ter a ação da força da gravidade; (d) avaliado grau 4 com ação da força da gravidade e peso de 0,5 kg e avaliado grau 5 com ação da força da gravidade e peso 1,0 kg.

Fonte: autora

Figura 4 - Posicionamento do participante para avaliar grau de força muscular durante a extensão do punho utilizando a escala do MRC.



Legenda: Grupo muscular avaliado extensão do punho: (a) e (b) avaliado graus 0, 1 e 2 posicionado o paciente em sedestação, com o membro superior avaliado ao longo do corpo e posiciona a mão em posição neutra, desta forma anula a ação da força da gravidade, uma vez que o movimento se encontra no plano horizontal; (c) avaliado grau 3, posicionado paciente em sedestação, portanto com a ação da força da gravidade, membro superior ao longo do corpo e mão pronada; (d) avaliado grau 4 com ação da força da gravidade e peso de 0,5 kg e avaliado grau 5 com ação da força da gravidade e peso 1,0 kg.

Fonte: autora

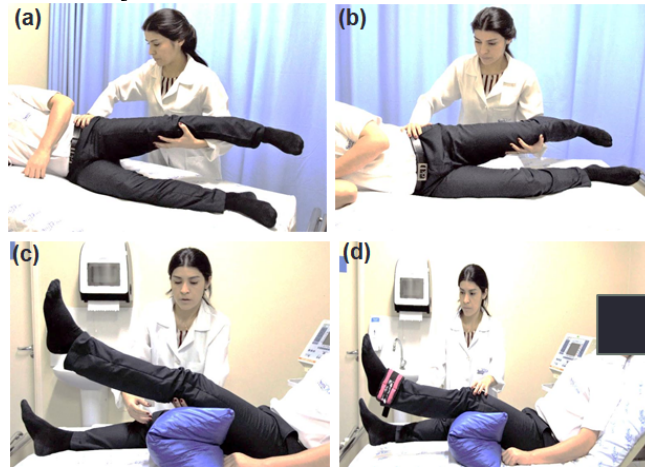
Figura 5 - Posicionamento do participante para avaliar grau de força muscular durante a flexão de quadril utilizando a escala do MRC.



Legenda: Grupo muscular avaliado flexão do quadril: (a) e (b) para avaliar graus 0, 1 e 2 paciente é posicionado em decúbito lateral com o membro inferior a ser avaliado para cima e é solicitada a flexão do quadril, desta forma anula a ação da força da gravidade, uma vez que o movimento se encontra no plano horizontal; (c) avaliado grau 3, posicionado paciente em sedestação, portanto com a ação da força da gravidade; (d) avaliado grau 4 com ação da força da gravidade e peso de 0,5 kg e avaliado grau 5 com ação da força da gravidade e peso 1,0 kg.

Fonte: autora

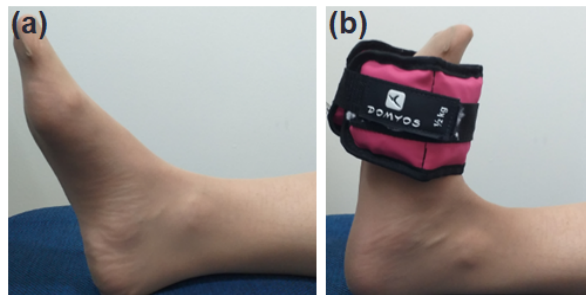
Figura 6 - Posicionamento do participante para avaliar grau de força muscular durante a extensão do joelho utilizando a escala do MRC.



Legenda: Grupo muscular avaliado extensão do joelho: (a) e (b) para avaliar graus 0, 1 e 2 paciente é posicionado em decúbito lateral com o membro inferior a ser avaliado para cima e é solicitada a extensão de joelho, desta forma anula a ação da força da gravidade, uma vez que o movimento se encontra no plano horizontal; (c) avaliado grau 3, posicionado paciente em sedestação, portanto com a ação da força da gravidade; (d) avaliado grau 4 com ação da força da gravidade e peso de 0,5 kg e avaliado grau 5 com ação da força da gravidade e peso 1,0 kg.

Fonte: autora

Figura 7 - Posicionamento do participante para avaliar grau de força muscular durante a dorsiflexão utilizando a escala do MRC.



Legenda: Grupo muscular avaliado dorsiflexão: (a) posição para avaliar graus 0, 1, 2 e 3; (b) posição para avaliar grau 4 e 5, grau 4 com ação da força da gravidade e peso de 0,5 kg e avaliado grau 5 com ação da força da gravidade e peso 1,0 kg.

Fonte: autora

O fisioterapeuta avaliador, após a mensuração destas forças, registrou, no Apêndice 2, os valores resultantes da avaliação de cada grupo muscular, podendo alcançar uma pontuação mínima de “zero”, classificado como tetraplegia, e uma pontuação máxima de 60, sendo considerada força normal, isto é, aquela que vence qualquer resistência. Os pacientes com o MRC menor que 48 pontos recebiam o diagnóstico clínico de fraqueza adquirida na UTI e, aqueles com MRC maior ou igual que 48, isto é, com força muscular pontuada na escala entre 4 ou 5, eram considerados com força muscular normal (DE JONGHE *et al.*, 2002).

2) Força muscular inspiratória:

A segunda medida coletada foi referente à Pressão Inspiratória Máxima (Pimáx), que reflete a força muscular inspiratória (BLACK; HYATT, 1969) e é obtida por meio do

manovacuômetro analógico conectado à via aérea artificial do paciente. Foi utilizado um manômetro analógico, portátil, da marca Comercial Medica® (Figura 8), devidamente calibrado, acoplado a uma válvula unidirecional. O paciente foi posicionado em decúbito dorsal com cabeceira elevada em 45° e previamente ventilado com uma fração inspirada de oxigênio de 1,0 durante um minuto, a fim de evitar queda de saturação periférica de oxigênio durante o tempo de desconexão da ventilação mecânica para a realização o protocolo.

Figura 8 – Manovacuômetro analógico.

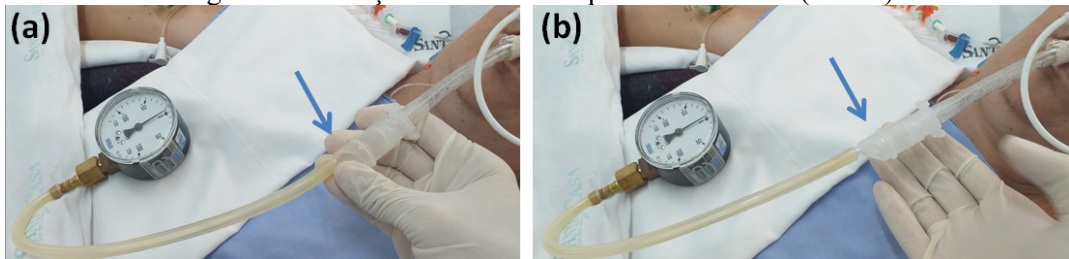


Legenda: Manovacuômetro analógico com uma válvula unidirecional utilizado na coleta de dados da força muscular inspiratória.

Fonte: autora

O dispositivo foi conectado à via aérea artificial do paciente e, ao final de uma expiração normal (nível da capacidade residual funcional), o orifício da válvula unidirecional era ocluído por 20 segundos, com o objetivo do paciente realizar um esforço progressivamente maior. Desta forma a Pimáx observada correspondia ao valor de esforço máximo que o paciente conseguia fazer (MARINI; SMITH, 1986). Esse procedimento foi repetido por três vezes, respeitando um pequeno intervalo de dois minutos entre uma medida e outra, sendo considerado o melhor resultado obtido dessas três coletas consecutivas (Figura 9). Durante a pausa entre as medidas, o paciente era conectado ao ventilador mecânico para repouso.

Figura 9 – Aferição da Pressão Inspiratória Máxima (Pimáx)

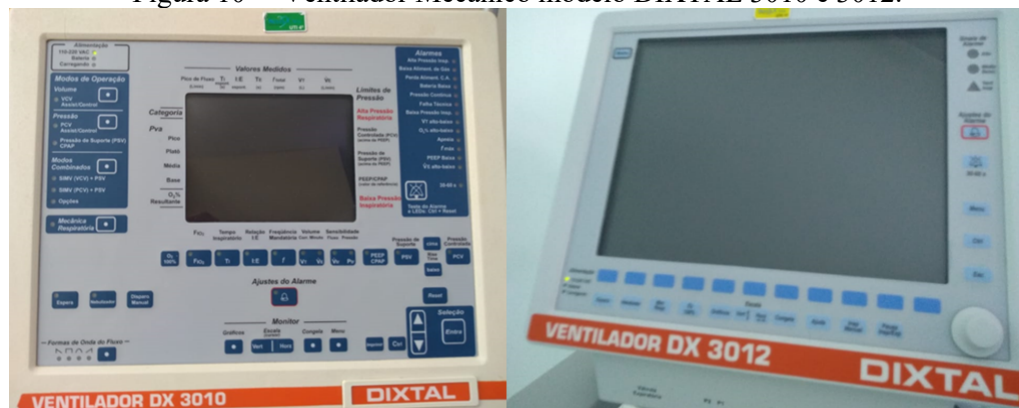


Legenda: Aferição da Pimáx: (a) com oclusão da válvula unidirecional; (b) sem oclusão da válvula unidirecional.
Fonte: autora

3) Índice de Respiração Rápido e Superficial (IRRS) obtido com o Ventilador Mecânico.

A terceira medida coletada foi o Índice de Respiração Rápida e Superficial (razão entre a frequência respiratória sobre o volume corrente = FR/VC) obtida por meio dos dados fornecidos pelo ventilador mecânico. Os pacientes foram ventilados com o ventilador DIXTAL 3010 e DIXTAL 3012 (FIGURA 10).

Figura 10 – Ventilador Mecânico modelo DIXTAL 3010 e 3012.



Legenda: Ventiladores mecânicos modelo DIXTAL 3010 e 3012 utilizados para ventilar os participantes da amostra estudada.

Fonte: autora

Estes dados foram coletados 5 minutos após o participante estar realizando o teste de respiração espontânea (T.R.E), isto é, com Pressão Suporte de 7 cmH₂O (mantendo um volume corrente aproximado do seu peso predito, 4 a 6 ml/kg), Pressão Expiratória Positiva Final (PEEP) de 5 cmH₂O e Fração Inspirada de Oxigênio (FiO_2) \leq 40%. A redução da pressão suporte ocorria mediante a avaliação clínica diária do participante pelo fisioterapeuta da unidade e, a medida que o participante tolerasse a diminuição da pressão suporte mantendo o volume corrente predito, isto ocorria gradualmente. Desta forma quando o paciente alcançasse uma pressão suporte de 7 cmH₂O e PEEP 5 cmH₂O, iniciava-se o T.R.E e a coleta dos dados da FR e VC (BARBAS *et al.*, 2014).

Depois de coletados esses dados, os participantes ficaram por 30 minutos em parâmetros ventilatórios mínimos para o Teste de Respiração Espontânea (Pressão Suporte 7 cmH₂O, PEEP 5 cmH₂O, FiO₂ ≤ 40%), durante os quais foram avaliados os sinais de intolerância, sugeridos pela Barbas *et al.*, (2014), portanto esses eram os critérios de intolerância durante o T.R.E:

- Frequência respiratória > 35 rpm
- Saturação arterial de O₂ < 90%
- Frequência cardíaca > 140 bpm
- Pressão arterial sistólica > 180 mmHg ou < 90 mmHg
- Sinais e sintomas agitação, sudorese, alteração do nível de consciência.

Caso o participante manifestasse algum destes sinais, o teste era interrompido considerando-se, assim, o fracasso na interrupção da ventilação mecânica. Nesse caso, o participante retornava aos parâmetros ventilatórios anteriores ao teste por mais 24 horas, para repouso, podendo passar por novo Teste de Respiração Espontânea (T.R.E) posteriormente.

Os participantes também foram avaliados quanto ao nível de consciência e a capacidade de proteger a via aérea, isto é, eliminar secreção pulmonar. Antes de finalizar o T.R.E, foram coletados, novamente, a frequência respiratória (FR) e o volume corrente (VC) gerados pelo ventilador mecânico. Posteriormente, os participantes foram extubados após avaliação médica e dependente apenas do resultado do T.R.E, sendo classificado em um dos grupos, segundo o desfecho no processo de extubação:

Grupo Sucesso (GS) - Sucesso na extubação da Ventilação Mecânica Invasiva: Paciente submetido à extubação após avaliação positiva no TRE e sem reintubação nas próximas 48 horas.

Grupo Insucesso (GI) - Insucesso na extubação da Ventilação Mecânica Invasiva: Paciente submetido à extubação após avaliação positiva no TRE e reintubado nas 48 horas seguintes.

Previamente à realização do Teste de Respiração Espontânea, foram coletados outros parâmetros (Apêndice 2) como: frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA), saturação de oxigênio (SatO₂), relação PaO₂/FiO₂, gasometria arterial, balanço hídrico 24 horas antes da extubação, dias de internação em UTI, dias sob ventilação mecânica invasiva, necessidade de reintubação dentro do período de 48 horas após extubação e causa da reintubação, necessidade de ventilação não-invasiva pós extubação, uso de drogas vasoativas e o desfecho do paciente na UTI.

6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada por meio do programa *SigmaPlot* versão 11.0. Para testar se as variáveis apresentavam uma distribuição normal utilizou-se o teste de *Kolmogorov-Smirnov*. As comparações intergrupos foram realizadas por meio do teste paramétrico *t-Student* não pareado ou *Mann Whitney*, quando apropriado de acordo com a distribuição dos dados. Para a comparação intragrupo entre os momentos pré e pós TRE, foram utilizados os testes *t-Student* pareado ou *Wilcoxon*, quando apropriado de acordo com a distribuição dos dados. O teste de Correlação de *Pearson* ou *Spearman* foi utilizado para verificar correlações entre as variáveis estudadas de acordo com a distribuição dos dados. Foi considerado nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Os dados foram apresentados em média e desvio padrão.

7 RESULTADOS

Foram considerados elegíveis para este estudo 30 participantes, avaliados durante o período de dezembro de 2018 a agosto de 2019. Deste total, 17 eram do gênero masculino e 13 do gênero feminino, com idade média de 62.26 ± 16.05 anos. Em média esses participantes ficaram 24.10 ± 11.91 dias internados em UTI e 9.53 ± 12.59 destes dias sob VMI. Destes, 23 alcançaram sucesso no processo de extubação, considerando como sucesso os participantes que permaneceram por 48h sem a necessidade da pressão positiva invasiva. Evoluíram com necessidade da reintubação, durante o período de 48h após a extubação, um total de 7 pacientes.

Para caracterizar a população estudada foram considerados os grupos Sucesso (GS) e Insucesso (GI), sendo o que o grupo Sucesso foi composto por 14 participantes do gênero masculino e 9 do feminino, com idade entre 22 e 90 anos, com média de 61.08 ± 17.47 anos. Os participantes que tiveram sucesso no processo de transição da pressão positiva para respiração espontânea ficaram menos tempo internados na UTI, porém permaneceram mais dias com ventilação mecânica invasiva em relação ao grupo dos pacientes que falharam no processo de desmame da pressão positiva. O grupo Insucesso foi composto por 3 participantes do gênero masculino e 4 do feminino, com idade entre 51 e 81 anos, com média de $66,14 \pm 10,20$ anos. Os participantes deste grupo permaneceram mais dias internados na UTI, porém em contrapartida precisaram da pressão positiva invasiva por menos tempo em relação ao apresentado pelo grupo Sucesso (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização de todos os participantes, do grupo Sucesso e Insucesso.

	Geral	Sucesso	Insucesso	p
N	30	23	07	-
Gênero	17H/13M	14H/9M	3H/4M	-
Idade, anos	62.26 ± 16.05	61.08 ± 17.47	66.14 ± 10.20	0.47
IMC, Kg/m ²	24.93 ± 5.28	24.51 ± 4.84	26.34 ± 6.79	0.43
Dias de internação UTI	24.10 ± 17.91	23.52 ± 19.23	26.00 ± 13.73	0.37
Dias de VMI	9.53 ± 12.59	10.60 ± 14.21	6.00 ± 2.64	0.98

Valores expressos em Média \pm Desvio Padrão.

Legenda: Kg= quilograma; m= metros; IMC=Índice de Massa Corpórea; VMI=Ventilação Mecânica Invasiva; H= Homens; M=Mulheres; UTI= Unidade de Terapia Intensiva.

Fonte: autor.

No Quadro 2 e 3, estão apresentadas as informações completas, incluindo gênero, idade (anos), Diagnóstico Médico Principal (DMP), Índice de Massa Corpórea (IMC), dias de

UTI, dias de VMI, Desfecho da UTI e % tempo sob VMI na UTI de cada indivíduo dos participantes do estudo do gênero masculino e feminino. Dos 30 participantes, 23 evoluíram de alta e 7 a óbito. Ficaram destacados aqueles indivíduos que tiveram insucesso no processo de extubação, nota-se que 7 pacientes evoluíram desta forma, 3 do gênero masculino e 4 do feminino e destes 4 evoluíram a óbito e 3 foram de alta da UTI.

Quadro 2 Caracterização individual dos participantes do estudo do gênero masculino

Gênero	Idade	Diagnóstico Médico Principal	IMC	Dias UTI	Dias VMI	Desfecho UTI	% tempo sob VMI na UTI
Grupo Sucesso							
M	69	Endocardite bacteriana de valva mitral	29	81	53	Alta	65%
M	52	PO de transplante hepático	17	67	49	Alta	73%
M	61	Encefalopatia hepática	26,5	13	6	Alta	46%
M	82	Tromboembolismo pulmonar	22,2	25	8	Alta	32%
M	66	EAP hipertensivo	20,9	22	11	Alta	50%
M	70	DPOC exacerbado (O ₂ dependente)	19,9	5	5	Alta	100%
M	64	EAP hipertensivo	32,2	3	1	Alta	33%
M	60	Insuficiência renal crônica e EAP	28,3	17	2	Alta	12%
M	81	PNM	25,5	25	4	Alta	16%
M	69	Choque séptico de foco pulmonar	21,9	22	10	Alta	45%
M	63	PO de transplante hepático	25	10	2	Alta	20%
M	56	IRC e mieloma múltiplo	24,6	10	4	Alta	40%
M	26	PO Toracotomia exploradora por arma de fogo	26,4	6	4	Alta	67%
M	71	Sepse de foco pulmonar	27,5	12	3	Alta	25%
Grupo Insucesso							
M	73	ICC	31	32	10	Alta	31%
M	64	IRC dialítico	22	32	7	Óbito	22%
M	58	DPOC exacerbado	24,2	5	4	Óbito	80%

Legenda: M=Masculino; DMP= Diagnóstico Médico Principal; PO=Pós Operatório; EAP=Edema Agudo de Pulmão; DPOC=Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; ICC=Insuficiência Cardíaca Congestiva; Kg= quilograma; m= metros; IMC=Índice de Massa Corpórea; VMI=Ventilação Mecânica; O₂: oxigênio.

Fonte: autor.

Quadro 3 - Caracterização individual dos participantes do estudo do gênero feminino.

Gênero	Idade	Diagnóstico Médico Principal	IMC	Dias UTI	Dias Desfecho VMI	Desfecho UTI	% tempo sob VMI na UTI
Grupo Sucesso							
F	47	PO de transplante hepático	22,4	40	32	Alta	80%
F	40	PAC em imunodeprimido	36,7	31	13	Alta	42%
F	62	PO HDA	24,7	6	2	Alta	33%
F	43	PO transplante hepático	20,7	16	7	Alta	44%
F	85	IAM	20,4	22	6	Óbito	27%
F	22	Cetoacidose diabética	18,3	18	6	Alta	33%
F	90	Sepse de foco pulmonar	17,9	16	6	Alta	38%
F	75	PO de Angioplastia	31	43	3	Óbito	7%
F	51	DPOC descompensado	25	31	6	Óbito	19%
Grupo Insucesso							
F	81	ICC descompensado	30	30	6	Óbito	20%
F	63	DPOC exacerbado	36,5	43	5	Alta	12%
F	51	DPOC exacerbado	25	31	8	Óbito	26%
F	73	DPOC exacerbado	15,7	9	2	Alta	22%

Legenda: F=Feminino; DMP= Diagnóstico Médico Principal; PO=Pós Operatório; EAP=Edema Agudo de Pulmão; PAC=Pneumonia Adquirida na Comunidade; DPOC=Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; HDA=Hemorragia Digestiva Alta; ICC=Insuficiência Cardíaca Congestiva; IAM=Infarto Agudo do Miocárdio; Kg= quilograma; m= metros; IMC=Índice de Massa Corpórea; VMI=Ventilação Mecânica.

Fonte: autor.

No Quadro 4 está descrito o motivo que levou cada participante do grupo Insucesso ao retorno a VMI. Dois pacientes evoluíram com rebaixamento do nível de consciência e por este motivo foi necessária a reintubação orotraqueal (IOT). Dois indivíduos evoluíram com parada cardiorrespiratória e um foi reintubado porque evoluiu com sangramento ativo de via aérea. Um participante apresentou agitação psicomotora e por consequência disso descompensou o quadro hemodinâmico, sendo necessária a sedação, analgesia e IOT. Um paciente broncoaspirou dieta enteral e por consequência disto evoluiu com piora do quadro respiratório, sendo necessária a IOT (Quadro 4).

Quadro 4 - Causas da falha na extubação do grupo Insucesso.

Motivos que levaram a falha na extubação da VMI	N
Rebaixamento do nível de consciência	2
Parada cardiorrespiratória	2
Para proteger via aérea (sangramento ativo)	1
Agitação psicomotora	1
Broncoaspiração (piora do quadro respiratório)	1

Legenda: Lista dos motivos que levaram os pacientes do grupo insucesso à falha na extubação da ventilação mecânica invasiva. VMI= Ventilação Mecânica Invasiva; N= número de pacientes.

Fonte: autor

As causas que levaram os participantes à intubação orotraqueal foram descritas na penúltima coluna do Quadro 5, a maior prevalência entre os pacientes concentrou-se nas causas neurológicas (onze indivíduos), devido ao rebaixamento do nível de consciência (RNC). O grupo que apresentou motivos respiratórios era composto por dez participantes, dos quais dois por dispneia, dois por broncoaspiração, três por insuficiência respiratória aguda, dois por queda de saturação periférica de oxigênio e apenas um por exacerbação da doença pulmonar obstrutiva crônica. Os participantes que evoluíram para intubação orotraqueal por causas cardíacas totalizaram seis, sendo todos por edema agudo de pulmão de origem cardiogênica. Apenas três participantes foram submetidos à pressão positiva invasiva decorrente de procedimento cirúrgico: dois por pós-operatório de Transplante Hepático e um por pós-operatório de toracotomia exploradora por ferimento de arma de fogo.

Quadro 5 - Caracterização individual dos participantes do estudo referente a causas de início da VMI e diferença alvéolo-arterial de oxigênio predita e real. *(continuação)*

Idade	PaO ₂	PAO ₂	D(A-a)O ₂ predita	D(A-a)O ₂ real	Causa iniciou a VMI	% tempo sob VMI na UTI
Grupo Sucesso						
69	137	146	19,7	8,9	EAP	65%
52	87	146	14,2	58,9	Sedação Cirúrgica	73%
47	115	211	12,5	96,2	Sedação Cirúrgica	80%
61	127	146	17,1	18,9	Broncoaspiração	46%
82	64	146	24	81,9	Dispneia	32%
66	115,8	178	18,8	62,7	EAP	50%
70	106,2	211	20,1	105	RNC	100%
40	85,7	146	10,2	60,2	Irpa	42%
62	101,4	113	17,5	11,8	RNC	33%
43	122	211	11,2	89,2	Irpa	44%
64	60	146	18,1	85,9	EAP -	33%
85	122	146	25	23,9	RNC	27%
22	117	87	4,3	-29,9	RNC	33%
90	78,1	113	26,7	35,1	Queda de SpO ₂	38%
75	66	211	21,7	145,2	RNC	7%
60	150	146	16,8	-4,1	EAP	12%
81	134	113	23,7	-20,7	Irpa	16%
69	110,3	146	19,8	35,6	EAP	45%
63	135	146	17,8	10,9	Broncoaspiração	20%
51	126	146	13,8	19,9	Queda de SpO ₂	19%
56	194,1	113	15,5	-80,8	RNC	40%
26	143	113	5,58	-29,7	Sedação Cirúrgica	67%
71	79	146	20,4	66,9	RNC	25%

Quadro 5- Caracterização individual dos participantes do estudo referente a causas de início da VMI e diferença alvéolo-arterial de oxigênio predita e real. (conclusão)

Grupo Insucesso						
73	129,8	146	21	16,1	Dispnéia	31%
81	103	146	23,7	42,9	RNC	20%
63	70,3	146	17,8	75,6	Descompensação da DPOC	12%
64	153,7	178	18,1	24,8	RNC	22%
51	148	113	13,8	-34,7	EAP	26%
58	117	211	16,1	94,2	RNC	80%
73	66,8	146	21,1	79,1	RNC	22%

Legenda: PaO₂= Pressão Arterial de Oxigênio; PAO₂= Pressão Alveolar de Oxigênio; D(A-a)O₂ real= diferença alvéolo-arterial de oxigênio real; D(A-a)O₂ predita= diferença alvéolo-arterial de oxigênio predita; EAP=Edema Agudo de Pulmão; VMI=Ventilação Mecânica Invasiva; RNC=Rebaixamento do nível de consciência; Irpa=Insuficiência respiratória pulmonar aguda; SpO₂= Saturação periférica de oxigênio; DPOC= Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica.

Fonte: autor

Também estão apresentados no Quadro 5, os dados referentes a oxigenação arterial e alveolar dos participantes do estudo, separados por grupo Sucesso e Insucesso. A Pressão Arterial de Oxigênio (PaO₂) foi obtida pela coleta da gasometria arterial, antes de iniciar o T.R.E, enquanto a Pressão Alveolar de Oxigênio (PAO₂) foi calculada com a aplicação da seguinte equação dos gases:

$$PAO_2: (PB-PH_2O) \times FIO_2 - PaCO_2/R$$

Onde a PAO₂: Pressão alveolar de oxigênio; PB: Pressão barométrica local (700mmHg, São José dos Campos); PH₂O: Pressão de vapor de H₂O (47mmHg); FiO₂: Fração inspirada de Oxigênio; PaCO₂: Pressão arterial de gás carbono (corrigido para valor ideal 40mmHg); R: Coeficiente respiratório ou taxa de troca gasosa (0,8).

Com esses dados foi possível calcular a diferença alvéolo-arterial de oxigênio, que avalia a eficácia das trocas gasosas entre o alvéolo e o capilar pulmonar. O aumento, acima de uma margem aceitável, no gradiente alvéolo-arterial de oxigênio indica alguma disfunção nesta troca gasosa, que pode ocasionar falência respiratória por hipoxemia e este fato se acentuada com o aumento da idade (HARRIS *et al.*, 1974). Para incluir a idade nesta análise, uma vez que o indivíduo mais idoso tem prejuízo na oferta de oxigênio (WILSON; TANAKA, 2000), foi utilizada a fórmula da Diferença alvéolo-arterial predita: D (A-a) O₂ predita= 0,3 x idade (anos) – 3, onde o resultado deste cálculo reflete a diferença aceitável máxima entre a Pressão Alveolar de Oxigênio e a Pressão Arterial de Oxigênio. Também foi calculada a diferença alvéolo-arterial de oxigênio real, que é a subtração da Pressão Alveolar de Oxigênio, da Pressão Arterial de Oxigênio (D,A-a,O₂ real = PAO₂ – PaO₂) e o resultado desta fórmula nos mostra quais os participantes do estudo que apresentam a diferença alvéolo-arterial de oxigênio predita para promover à troca gasosa alvéolo-arterial sem distúrbios

(Apêndice 4). Com isso constatou-se que dos 30 pacientes 19 tinham o valor da $D(A-a)O_2$ real superior a $D(A-a)O_2$ predita, isto é, com possíveis distúrbios das trocas alvéolo-capilares.

Na tabela 2 são comparados alguns dados entre os grupos Sucesso e Insucesso no processo de extubação da VMI. Algumas destas informações foram coletadas para enriquecer a análise do desfecho dos pacientes no processo estudado, tais como: $PaCO_2$, $D(A-a)O_2$ real, PaO_2/FiO_2 e Balanço Hídrico (BH). O MRC, a $P_{imáx}$ e o IRRS foram eleitos para este estudo como instrumentos de preditores de sucesso de extubação da VMI. A escala de MRC do grupo Sucesso apresentou um valor maior (50.60 ± 17.30) em relação ao grupo Insucesso (26.71 ± 23.75) e notou-se que apenas este instrumento apresentou o valor de p considerado significativo. A $P_{imáx}$ do grupo Sucesso foi maior do que do grupo Insucesso e o IRRS do grupo Insucesso foi menor do que o grupo Sucesso, apesar de ambos não terem um valor significativo de p . Também deve ser destacada a porcentagem de participantes, entre os grupos, que realizaram Ventilação Mecânica Não Invasiva (População geral 60%, Grupo Sucesso 56,52% e Grupo Insucesso 71,42) e a Mortalidade (População geral 23,33%, Grupo Sucesso 13,04% e Grupo Insucesso 56,52%).

A força muscular periférica foi avaliada nos 30 participantes deste estudo e, destes, 10 (33,3%) apresentaram fraqueza muscular periférica, enquanto 5 indivíduos deste grupo (50%) evoluíram com falha no processo de extubação da VMI, sendo que 71,4% dos pacientes do grupo Insucesso apresentavam este diagnóstico.

Tabela 2 - Comparação entre os grupos Sucesso e Insucesso para extubação.

	Geral	Sucesso	Insucesso	p
MRC	45.03±21.20	50.60±17.30	26.71±23.75	0.008*
$P_{imáx}$, cmH ₂ O	30.70±8.74	31.34±9.50	28.57±5.56	0.62
$PaCO_2$	44.07±12.69	42.88±11.70	47.98±15.90	0.36
IRRS	55.36±22.68	56.13±23.66	52.84±20.62	0.74
$D(A-a)O_2$ real	38.33±50.01	37.04±52.34	42.57±44.87	0.803
PaO_2/FiO_2	363.05±136.95	368.26±142.71	345.96±124.63	0.71
Balanço Hídrico	-459.03±1150.41	-570.65±1229.37	-92.28±806.43	0.49
Mortalidade (%)	23.33	13.04	56.52	-
VMNI (%)	60.00	56.52	71.42	-

Valores expressos em Média±Desvio Padrão.

Legenda: MRC= Escala manual de força muscular periférica estabelecida pela Medical Research Council; $PaCO_2$ = Pressão arterial de gás carbônico; IRRS=Índice de respiração rápida e superficial; $P_{imáx}$ = pressão inspiratória máxima; cmH₂O= centímetro de água; PaO_2/FiO_2 = relação pressão arterial de oxigênio/ fração inspirada de oxigênio; $D(A-a)O_2$ =Diferença da pressão alvéolo-arterial de oxigênio, VMNI=Ventilação Mecânica Não Invasiva.

*valor de p considerado significativo.

Fonte: autor.

Foram realizadas as seguintes correlações entre parâmetros com todos os participantes do estudo, com o grupo Sucesso e o grupo Insucesso para balizar as discussões dos resultados que foram: Pimáx versus idade; Dias UTI versus Dias de VMI; MRC versus Dias VMI; Pimáx versus Dias VMI e PaCO₂ versus Mortalidade (Tabela 3). Notou-se que no grupo com todos os pacientes e no grupo Sucesso a correlação significativa ocorreu com os dados dos Dias de UTI versus Dias de VMI, isto é quanto mais dias o paciente ficava na UTI, mais dias ele ficava sob VMI. No grupo do Insucesso, duas correlações de significância se manifestaram referentes aos seguintes dados: Pimáx versus idade e MRC versus Dias de VMI, sendo que neste último dado ocorria uma correlação inversa, isto é, quanto maior o MRC menor era o número de Dias de VMI, ou vice-versa.

Tabela 3 - Correlação entre parâmetros.

Geral	R	significância
Pimáx vs Idade	-0.290	Não (0.12)
Dias UTI vs Dias VMI	0.824	Sim(<0.001)
MRC vs Dias VMI	0.142	Não (0.45)
Pimáx vs Dias VMI	0.257	Não (0.17)
PaCO ₂ vs Mortalidade	0.115	Não (0.54)
Sucesso	R	significância
Pimáx vs Idade	-0.374	Não (0.07)
Dias UTI vs Dias VMI	0.885	Sim (<0.001)
MRC vs Dias VMI	0.149	Não (0.49)
Pimáx vs Dias VMI	0.238	Não (0.27)
PaCO ₂ vs Mortalidade	0.387	Não (0.06)
Insucesso	R	significância
Pimáx vs Idade	0.767	Sim (0.04)
Dias UTI vs Dias VMI	0.610	Não (0.14)
MRC vs Dias VMI	-0.785	Sim (0.03)
Pimáx vs Dias VMI	-0.226	Não (0.62)
PaCO ₂ vs Mortalidade	-0.552	Não (0.19)

Legenda: Pimáx= pressão inspiratória máxima; UTI= Unidade de Terapia Intensiva; VMI=Ventilação Mecânica Invasiva; MRC= Escala manual de força muscular periférica estabelecida pela Medical Research Council; PaCO₂= Pressão arterial de gás carbônico.

Fonte: autor

Vale ressaltar que não ocorreram alterações significantes do quadro hemodinâmico dos pacientes durante o T.R.E. Os dados foram coletados no início e no fim do teste que durou 30 minutos (Tabela 4).

Tabela 4 - Dados hemodinâmicos, saturação periférica de oxigênio e valores ventilatórios de frequência respiratória e volume corrente no início e no fim do Teste de Respiração Espontânea (T.R.E).

	Início T.R.E	Fim do T.R.E	<i>p</i>
FC, bpm	92.26±19.21	86.66±24.81	0.065
PAS, mmHg	146.26±24.08	142.8±20.53	0.282
PAD, mmHg	76.30±13.74	79.33±13.81	0.134
SpO ₂ , (%)	98.04±2.38	97.69±2.30	0.792
VC, Litros	0.405±0.11	113.30±20.68	0.269
FR, rpm	20.60±5.73	19.76±5.48	0.280

Valores expressos em Média±Desvio Padrão.

Legenda: FC= Frequência cardíaca; bpm= batimentos por minuto; PAS= Pressão Arterial Sistólica; mmHg= Milímetros de mercúrio; PAD = Pressão Arterial Distólica; SpO₂= Saturação periférica de oxigênio; %= porcentagem; VC= volume corrente; FR= Frequência respiratória; rpm= respirações por minuto.

Fonte: autor.

8 DISCUSSÃO

Este estudo comparou as medidas do IRRS, da força muscular inspiratória e da força muscular periférica, como preditores de sucesso no processo de extubação da VMI. Na rotina de uma UTI é comum a avaliação clínica diária de pacientes que estão sob o suporte ventilatório invasivo, na tentativa de identificar indivíduos que estão aptos para iniciar o desmame da prótese orotraqueal e assim serem retirados da VMI o mais precocemente possível, evitando as complicações relacionadas ao uso prolongado deste suporte ventilatório invasivo. Desta forma, esses preditores apresentam-se como uma ferramenta importante para auxiliar a equipe multidisciplinar na tomada de decisão do melhor momento para progredir com a retirada do suporte ventilatório invasivo e assim diminuir os riscos de falha na extubação (NEMER; BARBAS, 2011).

Yang e Tobin (1991) preconizaram que valores maiores que 105 L/min para IRRS estariam associados ao insucesso na extubação. No entanto, os resultados encontrados no presente estudo apontaram que o IRRS talvez não seja um parâmetro adequado para prever o sucesso da extubação, considerando que os sete participantes do grupo Insucesso, cujo IRRS apresentaram valores inferiores ao preconizado, falharam na extubação.

Outro resultado incomum observado neste estudo, também está relacionado aos valores do IRRS, que foram mais elevados nos participantes do grupo Sucesso (56.13 ± 23.66) comparados aos do grupo Insucesso (52.84 ± 20.62). Uma possível explicação poderia estar relacionada às diferenças metodológicas do estudo atual com o estudo de Yang e Tobin (1991). Em revisão realizada por Nemer e Barbas (2011), os estudos clínicos sugerem que o valor de corte de 105 L/min deve ser considerado somente quando a forma de coleta de dados for análoga à utilizada na metodologia original (YANG; TOBIN, 1991). No estudo atual foi utilizado ventilador mecânico para coleta dos dados, uma vez que foi seguido o protocolo da instituição onde foi realizado o estudo.

Os valores da frequência respiratória e do volume corrente foi realizada por meio de ventilador mecânico utilizando pressão suporte de 7cmH₂O, que segundo alguns estudos é suficiente para vencer a resistência da via aérea artificial (BROCHARD *et al.*, 1994; ESTEBAN *et al.*, 1997). Esta pressão suporte (PSV) pode ter facilitado para que o indivíduo produzisse maior volume corrente (VC) e gerasse uma menor FR, provocando queda no valor do IRRS, uma vez que a impedância do sistema respiratório associada à resistência provocada pelo calibre do tubo orotraqueal pode ter alterado a mecânica respiratória e, conseqüentemente, o resultado dessa divisão FR/VC. Esta constatação corrobora com os

dados encontrados por Stroetz e Hubmayr (1995) de que quanto maior for a PSV ofertada ao paciente menor será o valor do IRRS.

Alinhado aos resultados deste estudo, Santos *et al.* (2007) ao comparar três técnicas de desmame em 54 pacientes de UTI, que incluíram a) pressão suporte (PSV) de 10 cmH₂O e PEEP 5 cmH₂O, b) CPAP 5 cmH₂O, e c) em respiração espontânea observaram que o valor do IRRS, obtido no modo PSV, foi significativamente menor que os observados nas demais técnicas. Embora, a utilização da PSV induza a valores inferiores do IRRS, que indicam maiores chances de sucesso, a metodologia empregada no presente estudo utilizou a técnica de pressão suporte para obter a relação FR/VC, atendendo ao protocolo preconizado pelo local onde foi desenvolvida a pesquisa. Esse protocolo utiliza os alarmes do ventilador mecânico, que garantem maior segurança, como indicadores de falha no processo de desmame da VMI, na avaliação realizada durante 30 minutos no teste de respiração espontânea (T.R.E).

O estudo de Lee *et al.* (1994) sugeriu que o IRRS não era um preditor adequado para indicar o insucesso na extubação, isto porque valores menores resultante da relação FR/VC, não são confiáveis, considerando que esta alteração pode decorrer de um quadro crônico dos participantes, devido à fisiopatologia subjacente e assim não apresentam mais descompensação do quadro clínico. O organismo destes pacientes já está bem adaptado a essas mudanças decorrentes da doença crônica, assim não originam comprometimento respiratório e conseqüentemente sem grandes oscilações da frequência respiratória e do volume corrente, que são responsáveis pelo resultado do IRRS. Os indivíduos com DPOC, por exemplo, tem alteração do metabolismo celular para manter o pH sanguíneo em equilíbrio ácido-base, sendo comum encontrar nestes pacientes a hipercapnia permissiva. Este achado corrobora com os dados do presente estudo, uma vez que todos os participantes do grupo Insucesso apresentavam doenças crônicas, que incluíam doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), insuficiência cardíaca congestiva (ICC) e Insuficiência Renal Crônica (IRC).

Outro fator que pode ter impactado para que o IRRS do grupo Insucesso resultasse em um valor baixo pode estar relacionado à patologia de base destes pacientes, uma vez que está claro na literatura que algumas populações específicas se beneficiam da pressão positiva durante o processo de desmame da VMI. Os pacientes portadores de DPOC estão inclusos neste perfil, considerando que o suporte ventilatório invasivo facilita a exalação do gás carbônico e diminuí a PEEP intrínseca (REISSMANN *et al.*, 2000). Os pacientes cardiopatas também se beneficiam do uso da PSV durante o T.R.E, uma vez que otimiza a função cardíaca devido ao aumento da pressão intratorácica, diminuindo a pré e pós carga e

aumentando a fração de ejeção do ventrículo esquerdo, e por consequência, diminuindo o trabalho e esforço respiratório (NAUGHTON *et al.*, 1995; BARBAS *et al.*, 2014).

Dos sete pacientes do grupo Insucesso, quatro participantes possuem DPOC e dois ICC e nesse contexto, fica evidente que a pressão suporte pode ter beneficiado aspectos da mecânica pulmonar e cardíaca deste grupo devido à redução do trabalho respiratório imposto pelo tubo orotraqueal, permitindo o aumento do VC e a diminuição da FR, que são parâmetros necessários para manter o IRRS menor.

A força muscular inspiratória também é um instrumento que pode auxiliar no processo de transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea e segundo a literatura o corte proposto como preditivo de sucesso no desmame da VMI são valores menores que $-20\text{cmH}_2\text{O}$ (TOBIN, 1994; BARBAS; AMATO, 1996), isto é, $-30\text{ cmH}_2\text{O}$, $-40\text{ cmH}_2\text{O}$, $-50\text{ cmH}_2\text{O}$. No presente estudo, todos os participantes do GI apresentaram o valor da Pimáx menor ou igual a $-20\text{cmH}_2\text{O}$, indicando que os participantes do GI estavam com a FMI adequada para a progressão da extubação com sucesso, porém o desfecho clínico destes participantes foi a falha no desmame da VMI. Esses achados corroboram com o estudo de Nemer *et al.* (2009) e Yang e Tobin (1991) que também avaliaram o valor Pimáx como um instrumento que prediz o sucesso da extubação da VMI, porém foi observado que a Pimáx é incapaz de predizer o insucesso. Uma explicação para esse resultado pode estar relacionada ao diafragma, que é um músculo respiratório de resistência. Dessa forma, somente uma incursão diafragmática máxima adequada não é suficiente para manter o paciente em respiração espontânea, evidenciando que para a manutenção da respiração espontânea, é mais importante o endurance da musculatura inspiratória do que força inspiratória.

Outra hipótese que pode ser proposta para explicar como um paciente com fraqueza da musculatura inspiratória pode obter sucesso no processo de desmame da VMI, está relacionada ao fato de que para um indivíduo conseguir gerar um volume corrente adequado e manter as trocas gasosas não é necessário apenas ter força muscular inspiratória adequada. A avaliação da mecânica respiratória adquire relevância, uma vez que sua alteração pode levar a prejuízos na troca gasosa e, conseqüentemente, comprometer o sucesso no processo de transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea. A impedância do sistema respiratório pode estar alterada quando ocorre modificação do parênquima pulmonar, ou da parede torácica, devido tanto à anormalidade adquirida na UTI, quanto à doenças pré-existentes como atelectasia, derrame pleural, pneumonia (BARBAS *et al.*, 2014).

Foi evidenciado na literatura, que a ventilação mecânica invasiva pode levar à perda da força muscular inspiratória e este fato pode impactar na falha do desmame da VMI

(VASSILAKOPOULOS; PETROF, 2004; DRES; DEMOULE, 2018). A PaCO₂ pode auxiliar nesta análise, uma vez que o gás carbônico reflete a ventilação alveolar e, se um indivíduo estiver com perda de força muscular inspiratória ele, conseqüentemente, pode diminuir a ventilação alveolar e com isso ter valor mais elevado de PaCO₂. A análise dos dados apresentados na Tabela 2 permite observar que o grupo Insucesso apresentou a Pimáx menor (Pimáx: 28.57±5.56) e a PaCO₂ maior (PaCO₂: 47.98±15.90) comparado ao grupo Sucesso (Pimáx: 31.34±9.50 e PaCO₂: 42.88±11.70). Esta hipercapnia do grupo Insucesso, resultante da hipoventilação alveolar, pode ter ocorrido devido ao desequilíbrio entre a carga imposta a esses músculos respiratórios e a capacidade de resposta deles (JUBRAN; PARTHASARATHY, 2000).

Esses achados corroboram com o estudo de Mokhlesi *et al.* (2007), onde foram avaliados pacientes que tiveram insucesso na extubação, identificando-se pela análise de regressão logística, variáveis que predizem a falha neste processo. Os principais motivos encontrados foram: hipercapnia (PaCO₂>44mmHg), presença de secreções abundantes, tosse fraca ou rebaixamento do nível de consciência. A hipercapnia foi o marcador mais sensível de falha de extubação, onde os pacientes que tiveram insucesso no processo de transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea apresentavam média de PaCO₂ 50mmHg.

Uma possível explicação para a hipercapnia estar relacionada a fraqueza muscular respiratória e, conseqüentemente, a falha na extubação pode ser o fato de que qualquer ação que afete o arranjo geométrico das vias respiratórias pode resultar em diminuição de força muscular respiratória, como em paciente que desenvolve taquipneia e, por consequência, reduzir o tempo expiratório, podendo acarretar hiperinsuflação dinâmica do pulmão. Este fato faz com que os músculos respiratórios operem em posição desfavorável da sua curva comprimento-tensão, impactando diretamente o desempenho muscular respiratório, podendo se refletir no valor de PaCO₂ (JUBRAN; PARTHASARATHY, 2000). Portanto fica mais evidente que a avaliação desses índices em conjunto pode aumentar a chance de sucesso na transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea.

A diminuição do fluxo de oxigênio no diafragma, devido ao uso da ventilação mecânica controlada, também pode ocasionar disfunção diafragmática induzida pela ventilação mecânica e este fato pode predispor o paciente à falha no processo de desmame, conforme dados demonstrados no estudo de Davis 3rd *et al.* (2012). Estes dados estão alinhados com os achados do presente estudo, embora os resultados encontrados não sejam estatisticamente significantes. Ainda, observou-se que a diferença alvéolo-arterial do grupo Sucesso (37.04±52.34) está menor em relação ao grupo Insucesso (42.57±44.87). Isto

significa que a eficácia das trocas gasosas no grupo Sucesso está melhor em comparação com o grupo Insucesso e, conseqüentemente, há maior quantidade de oxigênio arterial disponível para consumo no diafragma.

Quatro participantes da nossa amostra foram identificados com fraqueza muscular inspiratória severa (Pimáx menos negativa que $< -20\text{cmH}_2\text{O}$) e 75% destes pacientes também tinham fraqueza muscular periférica grave associada, isto é, $\text{MRC} \leq 28$ (DE JONGHE *et al.*, 2007). Esse achado está de acordo com um dos resultados encontrados por De Jonghe *et al.* (2007), que avaliaram 116 pacientes críticos sob $\text{VMI} \geq 7$ dias, e concluíram que a fraqueza muscular respiratória está fortemente associada à fraqueza muscular periférica, sugerindo que a fraqueza muscular periférica e respiratória estão possivelmente ligadas e podem representar dois aspectos da mesma patologia, visto que compartilham mecanismos semelhantes, isto é, repouso no leito e por consequência desuso da musculatura.

Dois outros estudos (DE JONGHE *et al.*, 2004; GARNACHO-MONTERO *et al.*, 2005) avaliaram pacientes diariamente pelo teste de respiração espontânea, analisando a possibilidade de descontinuar da VMI. Esses participantes foram retirados da VMI apenas pela avaliação das condições clínicas durante o T.R.E, sem considerar a força muscular respiratória e periférica. Concluíram que os participantes que tinham fraqueza muscular, tanto respiratória como periférica, teriam menos chance de sucesso no processo de transição da VMI para a ventilação espontânea.

Em contrapartida, o estudo de Dres *et al.* (2017), que também avaliou a prevalência e a coexistência destas duas formas de fraqueza adquirida na UTI em 76 pacientes que estavam sob VMI com tempo ≥ 24 horas, concluiu que a fraqueza muscular periférica estava levemente correlacionada com a fraqueza muscular respiratória e que essas duas síndromes são distintas e provavelmente associadas à diferentes vias fisiopatológicas. Uma das explicações pode estar associada ao fato de que, apesar de ambas serem músculo esquelético e compartilharem via celular semelhante, podem diferir consideravelmente em relação à vulnerabilidade à VM e repouso (DE JONGHE *et al.*, 2009). Sabe-se que o diafragma se contrai de forma gradual e contínua ao longo da vida do sujeito, diferentemente do que ocorre com os músculos dos membros superiores e inferiores, que podem diminuir gradativamente sua ação dependendo da fase do dia. Vale ressaltar que a população neste estudo, para avaliação deste dado, foi reduzida (4 indivíduos), impossibilitando chegar a qualquer conclusão definitiva. Como esse não era o foco do presente estudo, é possível apenas especular sobre o significado patológico desses achados.

Uma avaliação dos dias de VMI versus MRC no grupo Insucesso revelou correlação negativa entre os índices, o que permite afirmar que os indivíduos com menor valor de MRC eram mantidos mais dias sob VMI em UTI. Esses dados condizem com outros achados na literatura que afirmam que indivíduos com fraqueza muscular periférica possuem permanência prolongada na UTI (MAHER *et al.*, 1995; DE JONGHE *et al.*, 2002; DE JONGHE *et al.*, 2004; GARNACHO-MONTERO *et al.* 2005; DRES *et al.*, 2017). Uma das explicações encontradas, que parece ser mais coerente com os resultados obtidos no estudo, é que a ventilação mecânica leva o paciente a ficar mais tempo em repouso no leito e este fato pode acarretar à inatividade muscular periférica e, portanto, à fraqueza desta musculatura (LLANO-DIEZ *et al.*, 2012). Somado a isso, existem diversos fatores que potencializam essa fraqueza muscular periférica, tais como: alterações eletrolíticas, sepse, aumento do catabolismo, deficiências nutricionais dentre outros estresses, comuns em paciente crítico (MARTIN *et al.*, 2005; MARAMATTON; WIJICKS, 2006).

Outra hipótese que pode justificar a correlação negativa entre MRC e dias de VMI no grupo Insucesso se deve à caracterização deste grupo, visto que todos os pacientes que o compunham, possuíam doenças crônicas, entre as quais DPOC (4), ICC (2), Insuficiência Renal Crônica (1). Algumas destas doenças crônicas contribuem para o aumento dos dias sob VMI em pacientes críticos (LEMAIRE, 1993), e quando associadas à fraqueza muscular periférica, potencializam o risco para aumento dos dias de UTI (DE JONGHE *et al.*, 2004).

Estudos demonstraram que indivíduos com ICC e DPOC desenvolvem capacidade oxidativa diminuída na musculatura esquelética (MALTAIS *et al.*, 2000; DUSCHA *et al.*, 2002). Uma das explicações para este fato é que a hipoperfusão crônica pela condição destas doenças crônicas e hipóxia da musculatura esquelética pode ocasionar alterações irreversíveis, predispondo, assim, esses indivíduos a desenvolverem fraqueza muscular mais facilmente do que indivíduos sem essas comorbidades. O estudo de Green *et al.* (1989) mostrou que a hipóxia crônica em indivíduos normais é um estímulo para a diminuição de enzimas aeróbicas.

A literatura relata que a fraqueza adquirida na UTI varia de 28 a 100%, dependendo da população estudada (BOLES *et al.*, 2007; HERMANS; VAN DEN BERGHE, 2015) e este fato está alinhado com nossos achados em que 33,3% dos participantes deste estudo tinham o diagnóstico de fraqueza muscular periférica e esta porcentagem aumentou consideravelmente no grupo Insucesso (71,4%).

Foram identificados com fraqueza muscular periférica, 10 de 30 dos participantes estudados (33,3%) e 5 indivíduos com essa fraqueza (50%) evoluíram com falha no processo

de extubação da VMI. A escala de MRC do grupo sucesso (50.60 ± 17.30) apresentou valores significativamente superiores em relação ao grupo insucesso (26.71 ± 23.75), indicando que os participantes que tiveram sucesso na extubação da VMI apresentavam maior força muscular periférica do que aqueles do grupo insucesso. Esses dados corroboram com os achados do trabalho de De Jonghe *et al.* (2004) e Garnacho-Montero *et al.* (2005). Esses autores apontaram que a força muscular periférica reduzida é como um risco potencial para a falha no processo de extubação de pacientes em estado crítico. Ambos os trabalhos sugeriram que doenças crônicas associadas ao quadro de fraqueza adquirida na UTI potencializam o desfecho negativo da extubação. Garnacho-Montero *et al.* (2005) avaliaram pacientes sépticos, ao passo que a população estudada por De Jonghe *et al.* (2004) possuía indivíduos com DPOC. Esses autores relacionaram a presença de doenças crônicas a um maior risco de falha na evolução do processo de extubação.

Nos pacientes com fraqueza adquirida na UTI (MRC < 48), o índice de falha no desmame foi de 50% versus 10% em sua ausência. A falha na extubação, portanto, foi maior no grupo com a fraqueza muscular periférica (71,4%). Vale ressaltar que 4 pacientes dos 10 (40%) que tinham o diagnóstico de fraqueza adquirida na UTI evoluíram a óbito e 100% destes indivíduos apresentaram falha na transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea. Esse dado é muito importante, uma vez que pode explicar o mau resultado dos pacientes com o diagnóstico de fraqueza muscular periférica, e diversos estudos confirmam que a falha na extubação está associada ao risco aumentado de morte (EPSTEIN; CIUBOTARU; WONG, 1997; FRUTOS-VIVAR *et al.*, 2011; THILLE; CORTÉS-PUCH; ESTEBAN, 2013).

O fisioterapeuta é protagonista neste cenário, para identificar indivíduos com fraqueza muscular periférica utilizando a escala de MRC, com o objetivo de atuar no ganho ou manutenção da força muscular, evitando maior deterioração da musculatura e as complicações decorrentes da internação prolongada.

Diante do exposto, fica evidente que a falha no desmame pode não ser necessariamente induzida diretamente pela fraqueza muscular periférica, uma vez que muitas outras causas poderiam prejudicar o processo de transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea (PERREN, BROCHARD, 2013; DRES; TEBOUL; MONNET, 2014). A associação da fraqueza muscular periférica a doenças crônicas, destacando-se a Insuficiência Cardíaca Congestiva e Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, facilitam o desfecho negativo do desmame do paciente sob VMI, potencializando a probabilidade de falha no processo de extubação.

Os índices de desmame da VMI apresentam limitações, principalmente relacionadas à população estudada, uma vez que dificilmente as populações da UTI's serão homogêneas. Apesar destas limitações os índices de desmame da ventilação mecânica são de grande utilidade, uma vez que identificam os pacientes que têm maior probabilidade de falha no processo de transição da ventilação artificial para a espontânea. Dessa forma, fica mais evidente que uma associação da impressão clínica, somado aos índices de desmame da VMI e do TRE possam proporcionar um prognóstico mais preciso da transição da ventilação mecânica para a espontânea.

A partir destes dados sugere-se incorporar ao protocolo institucional do hospital onde foram feitas as coletas de dados os seguintes itens:

- Instituir a escala de MRC como preditor de sucesso da extubação da VMI;
- Avaliar a força muscular inspiratória e endurance;
- Não avaliar apenas o IRRS de forma isolada como determinante para extubação.

A partir dessas informações, em conjunto com outros índices, será possível discutir com a equipe multidisciplinar a possibilidade de sucesso no desmame da VMI e, só após essa avaliação progredir para extubação da VMI com maior segurança.

9 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo permitem concluir que:

- O IRRS e a Força Muscular Inspiratória não se caracterizaram como índices preditivos adequados para nortear a equipe multidisciplinar durante o processo de desmame da VMI.
- A força muscular periférica parece ser mais confiável para predizer o sucesso na extubação.

A fraqueza da musculatura dos membros superiores e inferiores associada a doenças crônicas, como DPOC e ICC, favorecem o desfecho negativo da extubação, uma vez que essas doenças já constituem risco de falha na transição da ventilação mecânica para a ventilação espontânea.

REFERÊNCIAS

- ALI, N. A. *et al.* Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 178, n. 3, p. 261-268, 2008.
- ALÍA, I.; ESTEBAN, A. Weaning from mechanical ventilation. **Critical Care**, v. 4, n. 2, p. 72, 2000.
- AZEREDO, C. A. C. Padrões musculares respiratórios (PMR). *In*: AZEREDO, C. A. C. **Fisioterapia respiratória moderna**. 4. ed. São Paulo: Manole, 2002. p. 359-73.
- BARBAS, C. S. V. *et al.* Brazilian recommendations of mechanical ventilation 2013. Part 2. **Revista Brasileira de terapia intensiva**, v. 26, n. 3, p. 215-239, 2014.
- BARBAS, C. S. V; AMATO, M. B. P. Suporte ventilatório no doente neurológico. *In*: Stávale MA, editor. **Bases da terapia intensiva neurológica**. São Paulo, SP: Santos livraria editora; 1996. p. 533-62
- BEDNARIK, J. *et al.* Risk factors for critical illness polyneuromyopathy. **Journal of neurology**, v. 252, n. 3, p. 343-351, 2005.
- BEDUNEAU, G. *et al.* Epidemiology of weaning outcome according to a new definition. The WIND study. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 195, n. 6, p. 772-783, 2017.
- BERG, H. E.; LARSSON, L.; TESCH, P. A. Lower limb skeletal muscle function after 6 wk of bed rest. **Journal of applied physiology**, v. 82, n. 1, p. 182-188, 1997.
- BLACK, L. F.; HYATT, R. E. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. **American review of respiratory disease**, v. 99, n. 5, p. 696-702, 1969.
- BLACKWOOD, B. *et al.* Use of weaning protocols for reducing duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients: Cochrane systematic review and meta-analysis. **Bmj**, v. 342, p. c7237, 2011.
- BOLES, J. M. *et al.* Weaning from mechanical ventilation. **Eur Respir J.**, v. 29, n. 5, p. 1033-56, 2007.
- BOLTON, C. F. *et al.* Polyneuropathy in critically ill patients. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 47, n. 11, p. 1223-1231, 1984.
- BRANCATISANO, A. *et al.* Regional distribution of blood flow within the diaphragm. **Journal of Applied Physiology**, v. 71, n. 2, p. 583-589, 1991.
- BROCHARD, L. *et al.* Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 150, n. 4, p. 896-903, 1994.

BUTTIGNOL, M.; PIRES, N. R. C.; ANNONI, R. Protocolos de mobilização precoce no paciente crítico: up-to-date. *In: ASSOBRAFIR; M. J. A.; ANDRADE, F. M. D.; BERALDO, M. A. Associação Brasileira de Fisioterapia em Terapia Intensiva. PROFISIO, Terapia Intensiva Adulto. Porto Alegre: Artmed Panamericana, 2016.*

CADER, S. A. *et al.* Inspiratory muscle training improves maximal inspiratory pressure and may assist weaning in older intubated patients: a randomised trial. **Journal of physiotherapy**, v. 56, n. 3, p. 171-177, 2010.

CARLUCCI, A. *et al.* Determinants of weaning success in patients with prolonged mechanical ventilation. **Critical Care**, v. 13, n. 3, p. R97, 2009.

CARUSO, P. *et al.* Inspiratory muscle training is ineffective in mechanically ventilated critically ill patients. **Clinics**, v. 60, n. 6, p. 479-484, 2005.

CHANG, A. T. *et al.* Reduced inspiratory muscle endurance following successful weaning from prolonged mechanical ventilation. **Chest**, v. 128, n. 2, p. 553-559, 2005.

CONDESSA, R. L. *et al.* Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures: a randomised trial. **Journal of physiotherapy**, v. 59, n. 2, p. 101-107, 2013.

DAVIS 3RD, R. T. *et al.* Mechanical ventilation reduces rat diaphragm blood flow and impairs O₂ delivery and uptake. **Critical care medicine**, v. 40, n. 10, p. 2858, 2012.

DE JONGHE, B. *et al.* Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. **Jama**, v. 288, n. 22, p. 2859-2867, 2002.

DE JONGHE, B. *et al.* Does ICU-acquired paresis lengthen weaning from mechanical ventilation. **Intensive care medicine**, v. 30, n. 6, p. 1117-1121, 2004.

DE JONGHE, B. *et al.* Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. **Critical care medicine**, v. 35, n. 9, 2007.

DE JONGHE, B. *et al.* Intensive care unit-acquired weakness: risk factors and prevention. **Critical care medicine**, v. 37, n. 10, p. S309-S315, 2009.

DEMOULE, A. *et al.* Relevance of ventilator-induced diaphragm dysfunction in ICU patients. **Clinical Pulmonary Medicine**, v. 19, n. 6, p. 276-281, 2012.

DE LETTER, M. C. J. *et al.* Risk factors for the development of polyneuropathy and myopathy in critically ill patients. **Critical care medicine**, v. 29, n. 12, p. 2281-2286, 2001.

DRES, M.; DEMOULE, A. Diaphragm dysfunction during weaning from mechanical ventilation: an underestimated phenomenon with clinical implications. **Critical Care**, v. 22, n. 1, p. 73, 2018.

DRES, M. *et al.* Coexistence and impact of limb muscle and diaphragm weakness at time of liberation from mechanical ventilation in medical intensive care unit patients. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 195, n. 1, p. 57-66, 2017.

DRES, M.; TEBOUL, J-L; MONNET, X. Weaning the cardiac patient from mechanical ventilation. **Current opinion in critical care**, v. 20, n. 5, p. 493-498, 2014.

DUSCHA, B. D. *et al.* Deconditioning fails to explain peripheral skeletal muscle alterations in men with chronic heart failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 39, n. 7, p. 1170-1174, 2002.

ELY, E. W. *et al.* Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. **New England Journal of Medicine**, v. 335, n. 25, p. 1864-1869, 1996.

EPSTEIN, C. D; EL-MOKADEM, N.; PEERLESS, J. R. Weaning older patients from long-term mechanical ventilation: a pilot study. **American Journal of Critical Care**, v. 11, n. 4, p. 369-377, 2002.

EPSTEIN, S. K.; CIUBOTARU, R. L.; WONG, J. B. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. **Chest**, v. 112, n. 1, p. 186-192, 1997

ESTEBAN, A. *et al.* Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 156, n. 2, p. 459-465, 1997.

ESTEBAN, A. *et al.* Modes of mechanical ventilation and weaning: a national survey of Spanish hospitals. **Chest**, v. 106, n. 4, p. 1188-1193, 1994.

ESTEBAN, A. *et al.* Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. **Jama**, v. 287, n. 3, p. 345-355, 2002.

FAGON, J-Y. *et al.* Nosocomial pneumonia and mortality among patients in intensive care units. **Jama**, v. 275, n. 11, p. 866-869, 1996.

FRUTOS-VIVAR, F. *et al.* Outcome of reintubated patients after scheduled extubation. **Journal of critical care**, v. 26, n. 5, p. 502-509, 2011.

GARNACHO-MONTERO, J. *et al.* Effect of critical illness polyneuropathy on the withdrawal from mechanical ventilation and the length of stay in septic patients. **Critical care medicine**, v. 33, n. 2, p. 349-354, 2005.

GOLDWASSER, R. *et al.* Desmame e interrupção da ventilação mecânica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, p. 128-136, 2007.

GREEN, H. J. *et al.* Operation Everest II: adaptations in human skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology**, v. 66, n. 5, p. 2454-2461, 1989.

HARRIS, E. A. *et al.* The normal alveolar-arterial oxygen-tension gradient in man. **Clinical Science**, v. 46, n. 1, p. 89-104, 1974.

HERMANS, G.; VAN DEN BERGHE, G. Clinical review: intensive care unit acquired weakness. **Critical care**, v. 19, n. 1, p. 274, 2015.

HERRIDGE, M. S.; BATT, J.; HOPKINS, R. O. The pathophysiology of long-term neuromuscular and cognitive outcomes following critical illness. **Critical care clinics**, v. 24, n. 1, p. 179-199, 2008.

HOO, G. W. S.; PARK, L. Variations in the measurement of weaning parameters: a survey of respiratory therapists. **Chest**, v. 121, n. 6, p. 1947-1955, 2002.

JUNG, B. *et al.* Adaptive Support Ventilation Prevents Ventilator-induced Diaphragmatic Dysfunction in Piglet An In Vivo and In Vitro Study. **Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists**, v. 112, n. 6, p. 1435-1443, 2010.

JUBRAN, A.; PARTHASARATHY, S. Hypercapnic respiratory failure during weaning: neuromuscular capacity versus muscle loads. **Respiratory care clinics of North America**, v. 6, n. 3, p. 385-405, 2000.

KIM, W. Y. *et al.* Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: **Influence on weaning from mechanical ventilation**. **Critical care medicine**, v. 39, n. 12, p. 2627-2630, 2011.

KLEYWEG, R. P.; VAN DER MECHÉ, F. G. A.; SCHMITZ, P. I. M. Interobserver agreement in the assessment of muscle strength and functional abilities in Guillain-Barre syndrome. **Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine**, v. 14, n. 11, p. 1103-1109, 1991.

KOLLEF, M. H. *et al.* A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. **Critical care medicine**, v. 25, n. 4, p. 567-574, 1997.

KORTEBEIN, P. *et al.* Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. **Jama**, v. 297, n. 16, p. 1769-1774, 2007.

KRIEGER, B. P. *et al.* Serial measurements of the rapid-shallow-breathing index as a predictor of weaning outcome in elderly medical patients. **Chest**, v. 112, n. 4, p. 1029-1034, 1997.

LATRONICO, N. *et al.* Critical illness myopathy and neuropathy. **The Lancet**, v. 347, n. 9015, p. 1579-1582, 1996.

LEE, K. H. *et al.* Rapid shallow breathing (frequency-tidal volume ratio) did not predict extubation outcome. **Chest**, v. 105, n. 2, p. 540-543, 1994.

LEMAIRE, F. Difficult weaning. **Intensive care medicine**, v. 19, p. S69-S73, 1993.

LEVINE, S. *et al.* Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. **New England Journal of Medicine**, v. 358, n. 13, p. 1327-1335, 2008.

LLANO-DIEZ, M. *et al.* Mechanisms underlying ICU muscle wasting and effects of passive mechanical loading. **Critical Care**, v. 16, n. 5, p. R209, 2012.

LONE, N. I.; WALSH, T. S. Prolonged mechanical ventilation in critically ill patients: epidemiology, outcomes and modelling the potential cost consequences of establishing a regional weaning unit. **Critical Care**, v. 15, n. 2, p. R102, 2011.

MALTAIS, F. *et al.* Oxidative enzyme activities of the vastus lateralis muscle and the functional status in patients with COPD. **Thorax**, v. 55, n. 10, p. 848-853, 2000.

MARELICH, G. P. *et al.* Protocol Weaning of Mechanical Ventilation in Medical and Surgical Patients by Respiratory Care Practitioners and Nurses: Effect on Weaning Time and Incidence of Ventilator-Associated Pneumonia. **Chest**, v. 118, n. 2, p. 459-467, 2000.

MARINI, J. J.; SMITH, T. C.; Lamb, V. Estimation of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients: the measurement of maximal inspiratory pressure. **Journal of Critical Care**, v. 1, n. 1, p. 32-38, 1986.

MARAMATTON, B. V.; WIJDICKS, E. F. M. Acute neuromuscular weakness in the intensive care unit. **Crit Care Med**, v. 34, p. 2835-41, 2006.

MARTIN, U. J. *et al.* Impact of whole-body rehabilitation in patients receiving chronic mechanical ventilation. **Critical care medicine**, v. 33, n. 10, p. 2259-2265, 2005

MAHER, J. *et al.* Neuromuscular disorders associated with failure to wean from the ventilator. **Intensive care medicine**, v. 21, n. 9, p. 737-743, 1995.

MEADE, M. *et al.* Predicting success in weaning from mechanical ventilation. **Chest**, v. 120, n. 6, p. 400S-424S, 2001.

MIRANDA, T. V. *et al.* Polineuromiopatía del paciente críticamente enfermo. **Revista Clínica Escuela de Medicina UCR-HSJD**, v. 1, n. 1, 2011.

MORENO, L. M S. *et al.* Eficacia del entrenamiento muscular respiratorio en el destete de la ventilación mecánica en pacientes con ventilación mecánica por 48 o más horas: un ensayo clínico controlado. **Medicina Intensiva**, v. 43, n. 2, p. 79-89, 2019.

MOKHLESI, B. *et al.* Predicting extubation failure after successful completion of a spontaneous breathing trial. **Respiratory Care**, v. 52, n. 12, p. 1710-1717, 2007.

NAUGHTON, M. T. *et al.* Effect of continuous positive airway pressure on intrathoracic and left ventricular transmural pressures in patients with congestive heart failure. **Circulation**, v. 91, n. 6, p. 1725-1731, 1995.

NEEDHAM, D. M. *et al.* Mobilizing patients in the intensive care unit: improving neuromuscular weakness and physical function. **Jama**, v. 300, n. 14, p. 1685-1690, 2008.

NEMER, S. N. **Avaliação da força muscular inspiratória (PI Máx), da atividade do centro respiratório (P 0.1) e da relação da atividade do centro respiratório/força muscular inspiratória (P 0.1/PI Máx) sobre o desmame da ventilação mecânica.** 2007. 137f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

NEMER, S. N. *et al.* Evaluation of maximal inspiratory pressure, tracheal airway occlusion pressure, and its ratio in the weaning outcome. **Journal of critical care**, v. 24, n. 3, p. 441-446, 2009.

NEMER, S. N.; BARBAS, C. S. V. Parâmetros preditivos para o desmame da ventilação mecânica. **J Bras Pneumol**, v. 37, n. 5, p. 669-79, 2011.

PANDIT, L.; AGRAWAL, A. Neuromuscular disorders in critical illness. **Clinical neurology and neurosurgery**, v. 108, n. 7, p. 621-627, 2006.

PETROF, B. J.; JABER, S.; MATECKI, S. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. **Current opinion in critical care**, v. 16, n. 1, p. 19-25, 2010.

PERREN, A.; BROCHARD, L. Managing the apparent and hidden difficulties of weaning from mechanical ventilation. **Intensive care medicine**, v. 39, n. 11, p. 1885-1895, 2013.

POWERS, S. K. *et al.* Mitochondrial-targeted antioxidants protect against mechanical ventilation-induced diaphragm weakness. **Critical care medicine**, v. 39, n. 7, p. 1749, 2011

REISSMANN, H. K. *et al.* Continuous positive airway pressure facilitates spontaneous breathing in weaning chronic obstructive pulmonary disease patients by improving breathing pattern and gas exchange. **Intensive care medicine**, v. 26, n. 12, p. 1764-1772, 2000.

SANTOS, L. O. *et al.* Comparação entre três métodos de obtenção do índice de respiração rápida e superficial em pacientes submetidos ao desmame da ventilação mecânica. **Revista brasileira de terapia intensiva**, v. 19, n. 3, p. 331-336, 2007.

SAVI, A. *et al.* Weaning predictors do not predict extubation failure in simple-to-wean patients. **Journal of critical care**, v. 27, n. 2, 2012.

SCHMIDT, G. A. *et al.* Liberation from mechanical ventilation in critically ill adults: executive summary of an official American College of Chest Physicians/American Thoracic Society clinical practice guideline. **Chest**, v. 151, n. 1, p. 160-165, 2017

SCHWEICKERT, W. D. *et al.* Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. **The Lancet**, v. 373, n. 9678, p. 1874-1882, 2009.

SHARMA, R.; ANKER, S. D. C. Cytokines apoptosis and cachexia: the potential for TNF antagonism. **International journal of cardiology**, v. 85, n. 1, p. 161-171, 2002.

STREAT, S. J.; BEDDOE, A. H.; HILL, G. L. Aggressive nutritional support does not prevent protein loss despite fat gain in septic intensive care patients. **The Journal of Trauma**, v. 27, n. 3, p. 262-266, 1987.

STROETZ, R. W.; HUBMAYR, R. D. Tidal volume maintenance during weaning with pressure support. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 152, n. 3, p. 1034-1040, 1995.

SMUDER, A. J. *et al.* NF- κ B signaling contributes to mechanical ventilation-induced diaphragm weakness. **Critical care medicine**, v. 40, n. 3, p. 927, 2012.

TANIOS, M. A. *et al.* A randomized, controlled trial of the role of weaning predictors in clinical decision making. **Critical care medicine**, v. 34, n. 10, p. 2530-2535, 2006.

TEAM STUDY INVESTIGATORS *et al.* Early mobilization and recovery in mechanically ventilated patients in the ICU: a bi-national, multi-centre, prospective cohort study. **Critical Care**, v. 19, n. 1, p. 81, 2015.

TOBIN, M. J. Monitoring of respiratory neuromuscular function. *In*: TOBIN, M. J. **Principles and practice of mechanical ventilation**. [s.l]: McGraw Hill, 1994. p. 957-959.

THILLE, A. W. *et al.* Outcomes of extubation failure in medical intensive care unit patients. **Critical care medicine**, v. 39, n. 12, p. 2612-2618, 2011.

THILLE, A. W.; CORTÉS-PUCH, I.; ESTEBAN, A. Weaning from the ventilator and extubation in ICU. **Current opinion in critical care**, v. 19, n. 1, p. 57-64, 2013.

WILSON, T. M.; TANAKA, H. Meta-analysis of the age-associated decline in maximal aerobic capacity in men: relation to training status. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 278, n. 3, p. H829-H834, 2000.

VALLVERDU, I. *et al.* Clinical characteristics, respiratory functional parameters, and outcome of a two-hour T-piece trial in patients weaning from mechanical ventilation. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 158, n. 6, p. 1855-1862, 1998.

VASSILAKOPOULOS, T.; PETROF, B. J. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 169, n. 3, p. 336-341, 2004.

YANG, K. L.; TOBIN, M. J. A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. **New England Journal of Medicine**, v. 324, n. 21, p. 1445-1450, 1991.

ZHU, E.; SASSOON, C. SH. Ventilator-induced diaphragmatic vascular dysfunction. **Critical care medicine**, v. 40, n. 10, p. 2914-2915, 2012.

APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Título do Projeto: “Influência do índice de respiração rápida e superficial do ventilador mecânico e do ventilômetro, da força muscular respiratória e periférica como preditores de sucesso e insucesso na extubação da ventilação mecânica invasiva”.

Pesquisador Responsável: Emilia Angela Lo Schiavo Arisawa (CPF: 834.052.838-68 e e-mail: mirela@univap.br);

Equipe executora: Tania Ueb Machado Klug (CPF: 323.766.248.86 e email: taniaueb@hotmail.com).

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento - UNIVAP

Telefones para contato: (12) 39471015 - (12) 98803-3416

Nome do participante: _____

Idade: _____ anos R.G. _____

O (A) Sr. (ª) como responsável do paciente citado acima, que se encontra incapaz de aceitar e assinar o termo de consentimento, está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa tendo como título: “Influência do índice de respiração rápida e superficial do ventilador mecânico e do ventilômetro, da força muscular respiratória e periférica como preditores de sucesso e insucesso na extubação da ventilação mecânica invasiva” de responsabilidade dos pesquisadores Emilia Angela Lo Schiavo Arisawa e Tania Ueb Machado Klug. A proposta deste termo de consentimento livre e esclarecido é explicar tudo sobre este estudo e solicitar seu consentimento para que o paciente supracitado participe desta pesquisa.

O objetivo deste estudo visa avaliar o processo de retirada do ventilador mecânico de pacientes que estão sendo ventilados através dele, utilizando para isso cálculos que podem ajudar a avaliar se o paciente está pronto ou não para este procedimento.

É de extrema importância que seja entendido os procedimentos que serão realizados com o participante deste projeto, por isso a seguir seguem as descrições deste processo: A partir de 24 horas que o paciente estiver respirando no ventilador mecânico ele poderá fazer parte do estudo. O paciente será colocado para fazer um teste que avaliará se ele está pronto para respirar sozinho, antes de passar por este teste serão colhidos alguns dados que nos ajudará nessa avaliação, como frequência respiratória, força dos músculos da respiração, força de braços e pernas, quantidade de ar que o paciente puxa, pressão arterial entre outros. O paciente será avaliado se poderá respirar sozinho pelo período de 30 minutos e se passar pelo teste será retirado do ventilador.

Também é importante que esteja claro os possíveis desconfortos e riscos que o participante será submetido ao aceitar em participar deste projeto, por isso detalhamos cada teste e seus possíveis desconfortos e riscos: Quando o paciente estiver realizando o teste para respirar sozinho poderá sentir falta de ar e ansiedade, caso isso ocorra reconectaremos imediatamente o paciente ao ventilador mecânico de uma forma que ele respire confortavelmente e sem queixas. Este teste ocorre rotineiramente na UTI em todos os pacientes que estão respirando com auxílio do ventilador mecânico, para amenizar esta sensação de ansiedade o fisioterapeuta explicará ao paciente passo a passo do teste que será realizado. Para coletarmos a força dos músculos das pernas e dos braços pediremos que o paciente realize alguns movimentos, como: “Levante o braço, levante a perna, dobre a perna...”. O risco associado a este procedimento é raro, uma vez que o paciente só realizará o movimento que conseguir, porem qualquer cansaço que o paciente refira o teste será cancelado e permanecerão 24 horas descansando para repouso do músculo. Para coletarmos a quantidade de ar que o paciente puxa em um minuto desconectaremos o paciente da ventilação mecânica e adaptaremos um aparelho chamado de ventilômetro, no tubo orotraqueal ou na traqueostomia e solicitaremos que o paciente respire normalmente durante 1 minuto. Para coletarmos a força da musculatura da respiração desconectaremos o paciente da ventilação mecânica e adaptaremos um aparelho chamado de manovacuômetro no tubo orotraqueal ou na traqueostomia e solicitaremos que o paciente puxe o ar para dentro por 3 vezes. Com base na prática clínica sabemos que raramente durante os procedimentos

que utilizamos o manovacuômetro e o ventilômetro o paciente refere sentir “falta de ar”, uma vez que eles estão em processo de transição para respirar sozinhos, isto é, sem o suporte da ventilação mecânica, porém caso isso ocorra os pacientes serão reconectados ao suporte ventilatório de uma forma que ele respire confortavelmente e sem queixas. Qualquer um destes testes serão sob supervisão médica e com os cuidados intensivos necessários no ambiente hospitalar.

Este estudo será realizado na Unidade de Terapia Intensiva da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São José dos Campos – SP, situada na Rua Dolzani Ricardo, 620 – Tel.: (12) 3876 1999, conforme a carta de anuência anexa ao projeto.

Em caso de dano, diretamente ou indiretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo, o participante terá direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

Os benefícios provenientes deste estudo poderão proporcionar avanços da ciência, podendo até aprimorar a sistemática de extubação do paciente que está sob ventilação mecânica invasiva, pela revisão de Protocolos que norteiem as condutas da equipe multidisciplinar, assim diminuindo a possibilidade de erros associados aos cuidados com o paciente.

Sempre que necessário, o responsável poderá entrar em contato para obter informações sobre o projeto de pesquisa e a participação no mesmo ou outros assuntos relacionados à pesquisa, com o pesquisador responsável Emilia Angela Lo Schiavo Arisawa, equipe executora Tania Ueb Machado Klug, pelo telefone (12) 98803-3416, endereço de e-mail taniaueb@hotmail.com, mirela@univap.br, ou pelo endereço Av. ShishimaHifumi, 2911, Urbanova, bloco 7 ou o CEP – Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), pelo telefone (12) 3947-1111, ou pessoalmente na Av. ShishimaHifumi, 2911, Urbanova, bloco 11- Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento II, sala 19, de segunda a sexta feira, 8:00h-12:00h e 13:00h-17:00h.

Fica ciente deste termo, que ao concordar em participar desta pesquisa, o responsável poderá pedir a retirada do participante da pesquisa a qualquer momento antes ou durante o estudo, sem penalidades, prejuízo à sua saúde ou perda de qualquer benefício para seu acompanhamento clínico ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Os dados obtidos do participante não poderão ser utilizados para outras finalidades não descritas no termo, e terão sigilo, confidencialidade e privacidade de acordo com as normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde.

Este termo será elaborado em duas vias, rubricadas em todas as suas páginas e assinadas, pelo responsável pelo participante em participar da pesquisa, assim como pela equipe executora e uma dessas vias será entregue ao participante.

Eu, _____, RG nº _____ fui informado e concordo em participar, como responsável do participante do projeto de pesquisa acima descrito.

São José dos Campos, _____ de _____ de _____

Nome e assinatura do responsável pelo participante

Nome e assinatura da equipe executora.

Testemunha

Testemunha

APÊNDICE 2 - FICHA DE COLETADA DE DADOS

PROTOCOLO DE PESQUISA: Influência do índice de respiração rápida e superficial do ventilador mecânico e da força muscular respiratória e periférica como preditores de sucesso na extubação da ventilação mecânica invasiva.

Nome: _____

Atendimento: _____

Idade: _____

Gênero: () Feminino () Masculino

Diagnóstico: _____

Motivo que levou a VMI: _____

Data internação UTI _____

Data Alta UTI _____

Data Intubação ____ / ____ / ____ Data Extubação ____ / ____ / ____

Desfecho UTI _____

DADOS COLETADOS ANTES DO TESTE DE RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA (T.R.E)

➤ MRC

	MSE	MSD	MIE	MID	
Abdução do ombro					
Flexão do cotovelo					
Extensão do punho					
Flexão do quadril					
Extensão do joelho					
Dorsiflexão do tornozelo					
Total					

➤ Pimáx

Medida 1	
Medida 2	
Medida 3	

➤ **GASOMETRIA ARTERIAL**

PH	
PaCO ₂	
PAO ₂	
HCO ₃	
BE	
SatO ₂	

➤ **5 MINUTOS DO INÍCIO DO TESTE DE RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA**

FC: _____ PA: _____

SpO₂: _____ Relação PaO₂/FiO₂: _____

Balanço Hídrico: _____

Glasgow: _____ Uso de drogas vasoativas: _____

Agitação psicomotora: () SIM () NÃO Sudorese: () SIM () NÃO

Parâmetros Ventilatórios (PS: 7 – PEEP: 5)

PS: _____ PEEP _____ FIO₂: _____

FR _____ VC _____ IRRS _____

➤ **PÓS TESTE DE RESPIRAÇÃO ESPONTÂNEA (T.R.E)**

FC: _____ PA: _____

SpO₂: _____

Glasgow: _____ Uso de drogas vasoativas _____

Agitação psicomotora: () SIM () NÃO Sudorese: () SIM () NÃO

Parâmetros Ventilatórios (PS: 7 – PEEP: 5)

PS: _____ PEEP _____ FIO₂: _____

FR _____ VC _____ IRRS _____

➤ **NECESSIDADE DE REINTUBAÇÃO NAS PRÓXIMAS 48 HORAS?**

() NÃO – SUCESSO NA EXTUBAÇÃO

() SIM – INSUCESSO NA EXTUBAÇÃO.

Data reintubação: _____ / _____ / _____

Motivo: _____

ANEXO 1 - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE DO VALE DO
PARAÍBA - UNIVAP

Continuação do Parecer: 3.071.515

Segundo a carta circular n. 0226/CONEP/CNS, de 2010, o relatório final deve incluir:

- Dados do projeto: Registro CONEP e
- Título do Projeto e Dados dos participantes: total de participantes recrutados, incluídos, selecionados, excluídos, retirados/descontinuados, concluintes (em cada centro, se for o caso, e no total). Ocorrendo participantes retirados/descontinuados, indicar principais razões disto. Ocorrendo "eventos sérios", indicar as condutas adotadas. Se houve pedido de indenização por danos causados por este estudo, indicar qual o dano e conduta tomada.

CEP-Univap - (12) 3947-1111 - <http://web.univap.br/cep/>

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1222909.pdf	20/11/2018 22:19:27		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_20_11.pdf	20/11/2018 22:17:05	TANIA UEB MACHADO KLUG	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOBROCHURA_20_11Mirela.pdf	20/11/2018 22:16:17	TANIA UEB MACHADO KLUG	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_20_11.pdf	20/11/2018 22:15:36	TANIA UEB MACHADO KLUG	Aceito
Folha de Rosto	180918155301.pdf	18/09/2018 16:00:03	TANIA UEB MACHADO KLUG	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia.pdf	18/09/2018 15:45:44	TANIA UEB MACHADO KLUG	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não