

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

JORGE LUIS GUERRA

**MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS, MÚSCULOS ESQUELÉTICOS E CAPACIDADE
FUNCIONAL DE PACIENTES CRÍTICOS: MÉTODOS DE AVALIAÇÃO**

**São Carlos
2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

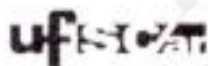
JORGE LUÍS GUERRA

**MÚSCULOS RESPIRATÓRIOS, MÚSCULOS ESQUELÉTICOS E
CAPACIDADE FUNCIONAL DE PACIENTES CRÍTICOS: MÉTODOS DE
AVALIAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia (PPG-Ft) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia. Área de concentração: Fisioterapia e Desempenho Funcional.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Jamami

**São Carlos
2023**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Jorge Luis Guerra, realizada em 16/02/2023.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Mauricio Jamami (UFSCar)

Profa. Dra. Adriana Sanches Garcia de Araujo (UFSCar)

Profa. Dra. Luciana Maria Malosá Sampaio Jorge (UNINOVE)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

Agradecimentos

- Primeiro de tudo, gostaria de agradecer a Deus por me guiar, iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente com os meus objetivos e não desanimar com as dificuldades. Agradeço a Ele também por manter todos ao meu redor com saúde.
- Agradeço aos meus irmãos que me apoiaram nas etapas do mestrado e (*in memoriam*) ao meu Pai, que apesar da sua ausência física, sei que me protege e guia meus caminhos. Agradeço também aos meus amigos(as), que sempre acreditaram em mim, me motivaram, entenderam as minhas ausências e momentos de afastamento e reclusão.
- Agradecimento especial à minha mãe Gláucia, que durante toda minha trajetória não mediu esforços para me auxiliar em tudo que precisei, me encorajando sempre nos momentos mais delicados.
- Aos colegas de turma agradeço pelo convívio, solidariedade e amizade compartilhada por todo esse tempo, mesmo com a pandemia nos deixando distantes uns dos outros, mas continuamos forte para nos apoiar em momentos difíceis.
- As equipes de Fisioterapia e Enfermagem da Unidade de Terapia Intensiva da Santa Casa de Batatais-SP, obrigado pelo auxílio e compreensão durante a coleta de dados.
- Aos componentes da minha banca de qualificação e de defesa pelas contribuições valiosas para o aprimoramento deste trabalho.
- Agradeço também ao meu Orientador, Professor Doutor Mauricio Jamami, com quem aprendi muito, agradeço por toda paciência, confiança e amizade. Foi um convívio muito prazeroso e enriquecedor. Minha admiração pelo seu caráter, ética e postura. A você minha eterna gratidão.
- Não poderia deixar de agradecer também todos os pacientes envolvidos neste estudo, onde tive o privilégio de conhecê-los e aprender muito com cada um que passou por mim, deixo aqui minha sincera gratidão pela contribuição que fizeram com este estudo, e minhas sinceras condolências às famílias daqueles que não estão mais aqui.
- Há muito mais a quem agradecer... A todos aqueles que, embora não nomeados, me brindaram com seus inestimáveis apoios em distintos momentos e por suas presenças afetivas e inesquecíveis, o meu reconhecimento e carinho muito obrigado!

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Meu agradecimento mais profundo só poderia ser dedicado a esta pessoa que me apoiou e incentivou a todo o momento, esteve comigo o tempo todo ao meu lado, nos momentos mais difíceis e que não foram raros nestes últimos anos, sempre me fazendo acreditar que chegaria ao final difícil, porém gratificante etapa. Graças a você me tornei uma pessoa mais madura e dedicada com meus compromissos, onde aprendi que tudo na vida é possível e sempre cabe um algo a mais para que possamos aprender e ajudar o próximo. Pessoa maravilhosa onde pude estar junto em sala de aula (seja como aluno, monitor), no ambiente de trabalho e como amiga em momentos de lazer, com uma essência fenomenal.

Este agradecimento especial dedico à Professora Doutora, Jacqueline Rodrigues de Freitas Vianna, exemplo de ser humano e profissional, esteve presente de várias maneiras em minha vida. Em toda trajetória da graduação e mestrado, concedeu seu apoio, sua parceria e, principalmente, compartilhou muito mais que conhecimento, sim, amor, cumplicidade e preocupações. Posso dizer que se tornou uma segunda mãe em minha vida! Aqui ficam meus sinceros agradecimentos por ter você ao meu lado durante todo esse período, por me encorajar a enfrentar a vida e buscar novos desafios, e mostrar que somos sim capazes de enfrentar qualquer coisa. Muito obrigado simplesmente por tudo, a você devo muito do meu ser mestre hoje.

Deixem que o futuro diga a verdade e avalie cada um de acordo com o seu trabalho e realizações. O presente pertence a eles, mas o futuro pelo qual eu sempre trabalhei pertence a mim.”

(Nikola Tesla)

RESUMO

Introdução: Pacientes em ventilação mecânica (VM) na UTI apresentam fraqueza muscular adquirida. Portanto, a transição da VM para a respiração espontânea deve ser iniciada o mais rápido possível, sendo importante estabelecer estratégias de desmame adequadas. O objetivo é comparar dois métodos de medida da pressão inspiratória máxima (PIMáx) em pacientes em VM e correlacionar com a força muscular esquelética avaliada pelo dinamômetro de preensão manual e escala do *Medical Research Council* (MRC), a capacidade funcional pela escala Perme (PE) e determinar se a força de preensão está correlacionada com o MRC e a PE na extubação e na alta da UTI. **Métodos:** Estudo realizado na UTI com pacientes ≥ 18 anos, após 48 horas de VM, randomizados em métodos de medida de PIMáx: com manômetro acoplado à valva unidirecional (PIMáx-VU) e método VM (PIMáx-VM). **Resultados:** 32 pacientes avaliados por PIMáx-VU e PIMáx-VM. Não houve diferença significativa nos métodos PIMáx, e uma correlação positiva foi encontrada entre PIMáx-VU e PIMáx-VM ($r=0,693$, $p<0,05$). Houve correlação moderada entre a força de preensão e a escala MRC na extubação e na alta, e não foi encontrada correlação entre a força de preensão e o escore de PE na extubação ou alta. **Conclusão:** Não foram encontradas diferenças significativas nas medidas de PIMáx-VU e PIMáx-VM, os dois métodos foram positivamente correlacionados. Essas medidas não se correlacionaram com a força muscular esquelética e a capacidade funcional. A força de preensão correlacionou-se com a força muscular esquelética, mas não com a capacidade funcional. No entanto, foi encontrada correlação positiva entre MRC e PE na alta dos pacientes.

Palavras-chave: Ventilação Mecânica, Pressão respiratória máxima, Fisioterapia, Unidade de Terapia Intensiva, Fraqueza muscular esquelética, Funcionalidade.

ABSTRACT

Introduction: Patients undergoing mechanical ventilation (MV) have an incidence of at least 25% to 50% of muscle weakness acquired in the Intensive Care Unit (ICU) when remaining on MV for more than five days.

Objective: to compare two different methods of maximal inspiratory pressure (MIP) measurement in patients under MV, and to observe whether these measurements correlate with skeletal muscle strength, evaluated by means of handgrip strength (HS) and Medical Research Council (MRC) scale, and with functional capacity assessed by the Perme scale (PE). In addition, to verify whether the HS is correlated with the MRC and PE scales in the extubation and discharge of patients.

Method: Prospective longitudinal study, uniblind, crossover, conducted in the adult ICU of Santa Casa de Misericórdia de Batatais- SP, in patients aged ≥ 18 years, of both sexes, after 48 hours of MV, randomized in two methods of inspiratory muscle strength measurement: with vacuumeter coupled to a unidirectional valve (MIP-OWV) and the method using the mechanical ventilator (MIP-MV). Inspiratory muscle strength was evaluated by MIP measurement, skeletal muscle strength by MRC measurement instruments and Saehan® dynamometer, and functional capacity by PE.

Results: A total of 32 patients were evaluated by the methods of MIP-OWV and MIP-MV, 18 by the HS and PE and MRC scales in extubation and 16 patients by the HS and PE and MRC at discharge. There was no significant difference between the MIP evaluation methods and a positive correlation was observed between MIP-OWV and MIP-MV ($r=0.693$, $p<0.05$). No correlations were observed of the variables MIP-OWV and MIP-MV with musculoskeletal strength and functional capacity, in the moments of extubation and discharge. A moderate correlation of HS was observed with the MRC scale at extubation and discharge, and there was no correlation between HS and PE scale in extubation and discharge.

Conclusion: The methods of measurement of MIP-OWV and MIP-MV do not present significant differences and correlate positively, besides not correlated with musculoskeletal strength and functional capacity. The HS is correlated with skeletal muscle strength, but is not related to functional capacity. However, the MRC and PE scales showed a positive correlation at the time of discharge of the patients.

Keywords: Mechanical Ventilation, Maximum Respiratory Pressure, Physiotherapy, Intensive Care Unit, Skeletal Muscle Weakness, Functionality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: (A) Monitor DX-2023 (Dixtal[®]), (B) Manovacúmetro analógico (Comercial Medica[®]) + adaptação a válvula unidirecional, (C) Ventilador mecânico Dixtal 3012[®], (D) Medida da PIMáx pelo Ventilador mecânico Dixtal 3020[®]. 26

LISTA DE TABELAS E GRÁFICO

Tabela 1: Características gerais da amostra	41
Tabela 2: Correlação entre as variáveis de força muscular inspiratória, medidas por meio dos métodos P _{lmáx} VU e P _{lmáx} VM, com as escalas de funcionalidade PE e escala de força muscular MRC, nos momentos da extubação e da alta	43
Tabela 3: Correlação entre a Força de preensão manual (FPM) com as escalas de força muscular MRC e de funcionalidade PE no momento da extubação	44
Tabela 4: Correlação entre a força muscular MRC com a escala de funcionalidade PE no momento da extubação e alta	45
Gráfico - Análise gráfica de concordância entre a P _{lmáx} VU e a P _{lmáx} VM ..	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABVD	Atividades Básicas de Vida Diária
AIVD	Atividades Instrumentais de Vida Diária
DX	Dixtal
ECGL	Escala de Coma de Glasgow
ERS	Escala de Sedação de Ramsey
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
FiO2	Fração Inspiratória de Oxigênio
FMA-UTI	Fraqueza Muscular Adquirida na UTI
FMI	Força Muscular Inspiratória
FPM	Força de Preensão Manual
HB	Hemoglobina
HT	Hematócrito
KJ	Kilojoules
MRC	Medical Research Council
PAM	Pressão Arterial Média
PE	Perme Escore
PIMÁX	Pressão Inspiratória Máxima
P0,1	Pressão de Oclusão nas Vias Aéreas em 100ms
RASS	Escala de Agitação e Sedação de Richmond
®	Marca registrada
SpO2	Saturação Periférica de Oxigênio
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TRE	Teste de Respiração Espontânea
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VU	Válvula Unidirecional
VM	Ventilação Mecânica
VMI	Ventilação Mecânica Invasiva
VR	Volume Residual

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	21
2. REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Métodos de Medição Realizado em Ventilador Mecânico	24
2.2 Método de Medição Realizado no Manovacuômetro Analógico	24
2.3 Avaliação da Força Muscular Esquelética e Capacidade Funcional	24
2.4 Métodos de Monitorização.....	25
2.5 Panorama e justificativa do estudo	26
REFERÊNCIAS.....	28
3. ARTIGO	31
3.1 INTRODUÇÃO	32
3.2 MÉTODOS	34
3.2.1 Delineamento do estudo e participantes	34
3.2.2 Amostra	34
3.2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão	35
3.2.4 Procedimentos	36
3.2.5 Método de medição realizado em Ventilador Mecânico	37
3.2.6 Método de medição realizado no Manovacuômetro Analógico	37
3.2.7 Avaliação da Força Muscular Esquelética e Capacidade Funcional.....	38
3.2.8 Análise dos dados	39
3.3 RESULTADOS	40
3.3.1 Características gerais e valores de P _{lmáx}	31
3.3.2 Análise gráfica de concordância entre a P _{lmáx} VU e a P _{lmáx} VM.....	41
3.3.3 Resultados de força muscular inspiratória com as escalas de funcionalidade PE e escala de força muscular MRC	42
3.3.4 Resultados de força de preensão manual com as escalas de funcionalidade PE e escala de força muscular MRC.....	43
3.3.5 Interpretação dos resultados de força muscular MRC com a escala de funcionalidade PE	44
3.4 DISCUSSÃO	45
3.5 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXO 1 - COMPROVANTE DE SUBMISSÃO AO PERIÓDICO REVISTA BRAZILIAN JOURNAL OF PHYSICAL THERAPY	53
ANEXO 2 – ESCALA PERME INTENSIVE CARE UNIT MOBILITY SCORE – (SCORE PERME DE MOBILIDADE EM UTI)	54
ANEXO 3 – ESCORE DO MEDICAL RESEARCH COUNCIL (MRC)	56
ANEXO 4 - FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA BIBLIOTECA COMUNITÁRIA DA UFSCAR.....	57

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Esta dissertação de mestrado foi desenvolvida no Laboratório de Pesquisa em Espirometria e Fisioterapia Respiratória (LEFIR), coordenado pelos professores doutores Maurício Jamami e Valéria Amorim Pires Di Lorenzo, os quais integram o grupo de pesquisa “Investigação das Técnicas e Recursos da Fisioterapia Respiratória”, atuante no Programa de Pós Graduação em Fisioterapia da UFSCar.

O estudo resultou no artigo científico “Métodos de Avaliação dos Músculos Respiratórios, Músculos Esqueléticos e Capacidade Funcional de Pacientes Críticos durante extubação e alta da UTI”, tendo o mestrando como primeiro autor.

Em relação às suas publicações em 2021, o mestrando publicou dois resumos no Simpósio de Fisioterapia da UFSCar intitulado: 1- Ventilação Não Invasiva na Síndrome Respiratória Aguda Grave por Influenza H1N1: Relato de Caso; 2- Métodos de Avaliação dos Músculos Inspiratórios em Pacientes Críticos – Dados preliminares de um Projeto de Mestrado. O mestrando foi o primeiro autor dos resumos e foi orientado pelo professor Dr. Mauricio Jamami.

O mestrando teve participação de um resumo publicado em 2021 no Simpósio de Fisioterapia da UFSCar intitulado: Reabilitação Funcional na Doença Crítica Crônica Pós-COVID-19 na fase hospitalar: Relato de Caso.

No ano de 2020 o mestrando teve uma participação na publicação de artigo científico, no periódico *Respiratory Care*, intitulado: Effects of 0 PEEP and <1.0 FIO2 on SpO2 and PETCO2 During Open Endotracheal Suctioning. *Respiratory Care*, v. 65, p. respcare.07435-10, 2020.DOI: <https://doi.org/10.4187/respcare.07435>, e uma publicação no periódico da Revista Saúde, tendo o mestrando como primeiro autor do artigo intitulado: Efeitos do Nintendo® Wii na melhora do equilíbrio e da flexibilidade de ombro e cotovelo na neurofibromatose tipo 1 - estudo de caso.

O link para o currículo Lattes e Orcid do mestrando estão disponíveis a seguir:

- Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2459434608422937>
- ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4102-7141>

Do ponto de vista da relevância social, este estudo contribui com o aperfeiçoamento de métodos de avaliação para desmame da VM de pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI). Os pacientes críticos com insuficiência respiratória aguda, ventilados mecanicamente são mais vulneráveis à fraqueza muscular esquelética periférica, respiratória e ao descondicionamento físico, sendo de suma importância uma avaliação fidedigna da função muscular respiratória, esquelética periférica e da capacidade funcional destes pacientes. A medida da $P_{lm\acute{a}x}$, é uma variável a ser considerada no diagnóstico de fraqueza muscular respiratória, como parâmetro para prescrição de carga e resposta ao treinamento muscular respiratório, assim como preditor de falha no desmame ventilatório, e a falta de uma padronização da técnica de medida da $P_{lm\acute{a}x}$, constitui uma dificuldade para se comparar resultados entre os estudos publicados, e um obstáculo para a realização de pesquisas na avaliação desse tipo de procedimento.

Para o público em geral, podemos sintetizar que os pacientes internados em UTI quando submetidos à ventilação mecânica (VM) apresentam fraqueza muscular ao permanecer em VM por mais de cinco dias. Portanto, o objetivo principal desse trabalho, foi avaliar a efetividade dos métodos de medida da $P_{lm\acute{a}x}$ obtida nos ventiladores mecânicos Dixel e válvula unidirecional (VU) na avaliação da força muscular respiratória de pacientes críticos, após 48 horas de VM em protocolo de despertar diário na UTI, não sendo observada diferença significativa na medida realizada no método VU quando comparada ao método utilizando o ventilador mecânico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A ventilação mecânica (VM) é uma terapia essencial para pacientes com insuficiência respiratória aguda, sendo necessária quando a demanda ventilatória se torna superior à capacidade dos músculos respiratórios manter respiração espontânea, devido a uma série de condições clínicas. Os pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) quando submetidos à VM apresentam uma incidência de pelo menos 25% a 50% de fraqueza muscular adquirida na UTI (FMA-UTI) ao permanecerem em VM por mais de cinco dias. (STEVENS et al., 2009; LATRONICO et al., 2005).

A FMA-UTI, por sua vez aumenta o tempo da VM e dificulta o processo de desmame da VM, principalmente por uma diminuição da força muscular diafragmática e componentes musculares acessórios ao processo inspiratório. A disfunção muscular pode ser agravada por diversas complicações prévias dentre elas, inflamações sistêmicas, sedação e bloqueadores neuromusculares, desnutrição, descontrole glicêmico e duração da VM (HERRIDGE, 2009). Esses fatores associados a VM, ocasionam uma redução de 40% a 50% da capacidade diafragmática (SILVA BAK et al., 2008). Sendo assim, a transição da ventilação artificial para a espontânea, em pacientes que permanecem por tempo superior a 24 horas em ventilação mecânica invasiva (VMI), deve-se iniciar o mais rápido possível, ou seja, quando as causas que induziram a necessidade da VMI estiverem resolvidas, proporcionando redução na perda de massa muscular por desuso e reduzindo o tempo de VM e de internação hospitalar geral (CARLUCCI et al., 2010; MENDONÇA et al., 2005; VALLVERDÚ, 2002).

Uma das formas de identificar a fraqueza muscular respiratória é a medida da pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}), um teste simples e reprodutível utilizado para medir a força muscular inspiratória e que reflete a capacidade de força gerada pelos músculos inspiratórios durante uma breve contração quase estática (GAVAN; DECRAMER, 2002). A primeira descrição da medida da P_{Imáx} por meio de um manovacuômetro analógico, foi descrita por Black e Hyatt em 1969. A partir de então, diversos estudos começaram a ser realizados com esse instrumento, como o realizado por Marini et al. (1986), os quais acoplaram o manovacuômetro analógico a uma válvula unidirecional inspiratória com o objetivo de garantir oclusão das vias aéreas em pacientes com participação prejudicada.

Além disso, quando o paciente apresentar um nível de consciência adequado, é importante também que seja aplicada uma avaliação musculoesquelética e uma avaliação da capacidade funcional, para que o diagnóstico de estado funcional seja confiável, válido e facilmente realizado por diferentes membros da equipe. Para isso, têm-se utilizado alguns métodos, tais como: a dinamometria da força de preensão manual (FPM) que é recomendada como uma medida simples e fácil para diagnóstico da FMA-UTI e o escore do

Medical Research Council (MRC), um instrumento simples adaptado para a avaliação da força muscular em pacientes críticos (DE JONGHE et al., 2005). E para avaliar a capacidade funcional, o *Perme Intensive Care Unit Mobility Score* (Escore Perme de Mobilidade em UTI) ou Perme Escore (PE), que é um instrumento que mensura de forma objetiva, a condição e melhora da mobilidade (PERME et al., 2014; KAWAGUCHI et al., 2016).

2.1 Método de Medição da P_{Imáx} Realizado em Ventilador Mecânico

Nos métodos utilizando ventilador mecânico, antes de iniciar a manobra é realizado a pré oxigenação de 1 minuto antes, realizada 20% acima da fração inspiratória de oxigênio (FiO₂) do paciente e a manobra começa com a análise do ciclo respiratório durante duas respirações, identificando inspiração e expiração, e durante a última expiração é produzida uma oclusão disponível no VM com tempo máximo de 20 segundos pela válvula inspiratória, ficando aberta a válvula expiratória (VIANNA et al., 2020; VIANNA et al., 2017).

2.2 Método de Medição da P_{Imáx} Realizado no Manovacuômetro Analógico

Para o método de medição com o manovacuômetro analógico é utilizada uma válvula unidirecional de baixa resistência que só permite a exalação, após pré oxigenação 1 minuto antes, realizada 20% acima da fração inspiratória de oxigênio (FiO₂) do paciente (VIANNA et al., 2020; VIANNA et al., 2017). O acoplamento na via aérea é realizado após 10 segundos da desconexão da VM até que o paciente chegue o mais próximo possível do volume residual (VR), em seguida acopla-se o manovacuômetro analógico na válvula unidirecional inspiratória, induzindo inspirações forçadas máximas. Após atingir um volume próximo do residual, a oclusão é mantida por 20 segundos. É computado o maior valor alcançado, depois de 3 medidas com intervalo de 2 minutos entre elas.

2.3 Avaliação da Força Muscular Esquelética e Capacidade Funcional

Para avaliação da força muscular esquelética periférica pode-se utilizar a dinamometria de força de preensão manual (FPM) que é recomendada como uma medida simples e fácil para diagnóstico da FMA-UTI e o escore do MRC.

Para avaliação do MRC, o paciente deve cooperar com os comandos básicos do teste de acordar, o mesmo sendo capaz de responder os comandos do teste caracteriza teste de acordar positivo (RODRIGUES et al., 2010) e sendo assim inicia-se a avaliação. A medida do MRC é realizada por meio da avaliação bilateral de seis movimentos de membros superiores e inferiores, sendo o escore total variável de 0 a 60 pontos, escore menor que 48 sugere a presença de fraqueza muscular (DE JONGHE et al., 2005).

O procedimento da avaliação da FPM pode ser feito com o dinamômetro hidráulico, para a realização do procedimento é dado constante estímulo verbal ao voluntário para que utilize sua força máxima durante a realização do teste, onde será anotado o maior valor atingido.

Para avaliar a condição da capacidade funcional o PE é aplicado quando o paciente apresentar nível de consciência adequado, este é um instrumento que mensura de forma objetiva, a melhora do paciente. O PE é constituído por um escore que varia de 0 a 32 pontos, sendo que a pontuação mais elevada indica alta mobilidade e a menor pontuação indica baixa mobilidade e maior necessidade de assistência, sendo considerado no momento da internação o escore equivalente a zero (0) (KAWAGUCHI et al., 2016).

2.4 Métodos de Monitorização

Quanto aos métodos de monitorização dos efeitos da avaliação da PImáx, os mais utilizados são a oximetria e os sinais vitais, por meio de monitores multiparamétricos, e a mecânica respiratória com pneumotacógrafo acoplado no próprio ventilador mecânico. As medidas de PImáx são interrompidas na presença da associação de dois ou mais critérios, sendo eles: SpO₂ ≤ 90%, FR ≥ 40ipm, FC ≥ 140bpm, PAM ≤ 65mmHg e ≥ 120mmHg.

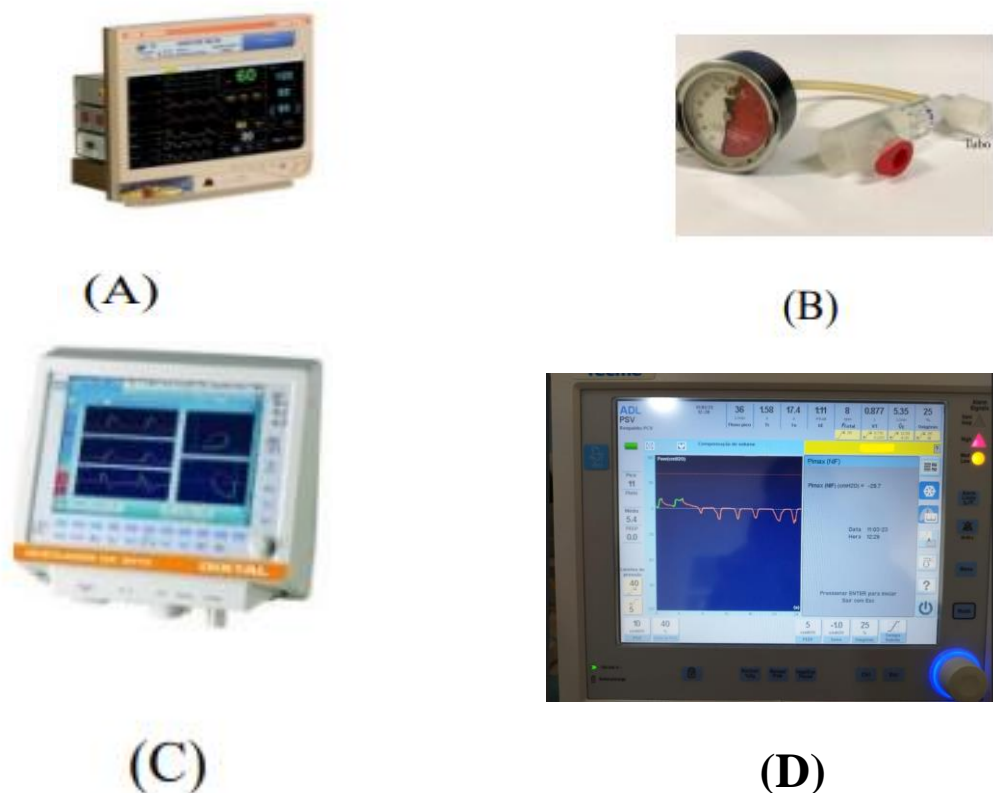


Figura 1. (A) Monitor DX-2023 (*Dixtal*®), (B) Manovacuômetro analógico (*Comercial Medica*®) + adaptação a válvula unidirecional, (C) Ventilador mecânico *Dixtal* 3012®, (D) Medida da PIMáx pelo Ventilador mecânico *Dixtal* 3020®.

2.5 Panorama e justificativa do estudo

A fraqueza muscular respiratória está associada à disfunção muscular esquelética, podendo ser agravada por diversas complicações durante o período de ventilação mecânica, proporcionando redução da capacidade diafragmática e disfunção muscular respiratória. Devido aos prejuízos que ocorrem nesse processo de ventilação mecânica, devemos iniciar o processo de desmame ventilatório o mais breve possível, transicionando o paciente para modalidade espontânea com o objetivo de favorecer e acelerar o processo de desmame e reduzir o tempo de internação.

Sendo assim, a avaliação da força muscular respiratória realizada pelo ventilador mecânico ou pelo manovacuômetro acoplado a válvula unidirecional, é de extrema importância, pois é um dos parâmetros a ser considerado dentre os preditores de insucesso no desmame da ventilação mecânica e indica a

necessidade do treinamento muscular respiratório. Além disso, a utilização de escalas que avaliam a força muscular e o estado funcional auxiliam na identificação da FMA-UTI e do prejuízo funcional adquirido no decorrer da internação, pois sabe-se que a internação prolongada é um aspecto que favorece a FMA-UTI. Por meio da utilização dessas escalas podemos acompanhar o nível de força muscular e funcional do paciente, observando perdas funcionais, além de poder orientar as condutas mais adequadas de cada paciente através dessas ferramentas.

Entretanto, ainda existem aspectos controversos nos métodos de avaliação dos músculos respiratórios, músculos esqueléticos e capacidade funcional de pacientes críticos, em relação aos instrumentos, melhor momento e tempo de execução das medidas, justificando a realização do presente estudo, o qual originou o artigo "Métodos de Avaliação dos Músculos Respiratórios, Músculos Esqueléticos e Capacidade Funcional de Pacientes Críticos Durante Extubação e Alta da UTI", que compara dois diferentes métodos de medida da P_{Imáx}, utilizando um manovacuômetro acoplado a uma válvula unidirecional e o método de medida nos ventiladores mecânicos. Além disso, verifica se essas medidas se correlacionam com a força muscular esquelética, avaliada por meio da dinamometria da força de preensão manual (FPM) e escala *Medical Research Council* (MRC), e com a capacidade funcional avaliada pela escala *Perme* (PE). Adicionalmente, observa se a FPM apresenta correlação com as escalas MRC e PE na extubação e alta dos pacientes.

REFERÊNCIAS

BLACK LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. **Am Rev Respir Dis.** 1969;99(5):696-702.

CARLUCCI A, Ceriana P, Prinianakis G, Fanfulla F, Colombo R, Nava S. Determinants of weaning success in patients with prolonged mechanical ventilation. **Critical Care.** 2009 13 (3): R97. Disponível em < <http://ccforum.com/content/13/3/R97>>. Acesso em: 10 mai 2010. doi:10.1186/cc7927.

DE JONGHE B, Sharshar T, Lefaucheur JP, Outin H. Critical illness neuromyopathy. **Clin Pulm Med.** 2005;12(2):90-6.

FILOMENA AB, Dalmoro E, Makarewicz TG, Blattner C. Avaliação da prevalência da polineuropatia do doente crítico em uma unidade de terapia intensiva. **Ciência &Saúde** 2019;12(1):e32043. <http://dx.doi.org/10.15448/1983-652X.2019.1.32043>

FREDERICKS CM. adverse effects of immobilization on the musculoskeletal system. in: FREDERICKS CM, SALADIM LK, editors. Pathophysiology of the motor systems: principles and clinical presentations. Philadelphia: F.A. Davis Company; 1996; Wagenmakers AJ. Muscle function in critically ill patients. **Clin Nutr.** 2001;20(5):451-4. Review.

GAYAN-RAMIREZ G, Decramer M. Effects of mechanical ventilation on diaphragm function and biology. **Eur Respir J.** 2002; 20:1579-86.

HERRIDGE MS. Legacy of intensive care unit-acquired weakness. **Crit Care Med.** 2009;37(10):457-61S.

LATRONICO N, Peli E, Botteri M. Critical illness myopathy and neuropathy. **Curr Opin Crit Care** 2005; 11: 126-132.

KAWAGUCHI YMF, Nawa RK, Figueiredo TB, Martins L, Pires-Neto RC. Perme Intensive Care Unit Mobility Score e ICU Mobility Scale: tradução e adaptação cultural para a língua portuguesa falada no Brasil. **J Bras Pneumol.** 2016;42(6):429-434. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37562015000000301>

MARINI JJ, Smith TC, Lamb V. Estimation of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients: the measurement of maximal inspiratory pressure. **J Crit Care**. 1986; 1:32-8.

MENDONÇA JUNIOR AA, Vendrame LS, Grava S. Complicações da ventilação mecânica. In: Sarmiento GJV: Fisioterapia respiratória no paciente crítico – rotinas clínicas. Barueri - SP: **Manole**. 2005; 46:560-1.

PERME C, Nawa RK, Winkelman C, Masud F. A tool to assess mobility status in critically ill patients: The Perme Intensive Care Unit Mobility Score. Methodist Deakey. **Cardiovasc J**. 2014;10(1):41-9. <http://dx.doi.org/10.14797/mdcj-10-1-41>.

PORTO JM, Nakaishi AM, Oliveira LMC, et al. Relationship between grip strength and global muscle strength in community-dwelling older people. **Archives of Gerontology and Geriatrics** 82 (2019) 273–278.

RODRIGUES ID, Barbosa LS, Manetta JA, Silvestre RT, Yamauchi LY. Fraqueza Muscular Adquirida na Unidade de Terapia Intensiva: Um Estudo de Coorte. **Rev Brasileira de Ciências da Saúde**, ano 8, nº 24, abr/jun 2010.

SANTOS LJ, Silveira FS, Müller FF, Araújo HD, Comerlato JB, et al. Avaliação funcional de pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva adulto do Hospital Universitário de Canoas. **Fisioter Pesqui**. 2017;24(4):437-443. DOI: 10.1590/1809-2950/17720924042017.

SILVA BAK da Souza JKD, Pereira DM, Aydos RD, Carvalho P de TC de, Reis FA dos. Correlação entre pressão inspiratória máxima, ventilação pulmonar e tempo de ventilação em pacientes ventilados no modo de pressão de suporte. **ConScientiae**. 2008;7(3):379-84.

SILVA FRR, Souza TB, Dias MS, Silva AP, Oliveira KC, et al. Avaliação da capacidade funcional dos pacientes em uso de ventilação mecânica internados em uma Unidade de Terapia Intensiva. **Revista HUPE**, Rio de Janeiro, 2017;16(1):6-15 doi: 10.12957/rhupe.2017.33299.

STEVENS RD, Marshall SA, Cornblath DR et al. A framework for diagnosing and classifying intensive care unit-acquired weakness. **Crit Care Med** 2009;37(10 Suppl):S299–308.

VALLVERDÚ I MJ. Weaning criteria: physiologic indices in different groups of patients. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2002.

VIANNA JR, Lorenzo VA, Simões MM, Guerra JL, Jamami M. Effects of Zero PEEP and < 1.0 FIO₂ on SpO₂ and PETCO₂ During Open Endotracheal Suctioning. **RESPIRATORY CARE** Paper in Press. Published on July 7,2020 dez;65(12):1805-1814.as DOI: 10.4187/**respcare**.07435.

VIANNA JR, Lorenzo VA, Simões MM, Jamami M. Comparing the Effects of Two Different Levels of Hyperoxygenation on Gas Exchange During Open Endotracheal Suctioning: A Randomized Crossover Study. **Resp Care**. 2017 Jan;62(1):92-101. Doi: 10.4187/**respcare**.04665. Epub 2016 Nov 15.

YAMAGUTI WPS, Alves LA, Kauss IAM, Galvan CCR, Brunetto AF. Comparação entre a Pressão Inspiratória Máxima Medida pelo Método da Válvula Unidirecional e pelo Convencional em Pacientes Submetidos ao Processo de Desmame da Ventilação Mecânica Invasiva. **RBTI** 2004;16(3): 142-145.

3 - ARTIGO

Métodos de Avaliação dos Músculos Respiratórios, Músculos Esqueléticos e Capacidade Funcional de Pacientes Críticos Durante Extubação e Alta da UTI

Jorge Luís Guerra, Jacqueline R.F Vianna, Bruna V. Pessoa, Maurício Jamami

Universidade Federal de São Carlos – Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia. São Carlos, SP, Brasil.

Resumo

Introdução: Pacientes em ventilação mecânica (VM) em UTI apresentam fraqueza muscular adquirida. Portanto, a transição da VM para a respiração espontânea deve ser iniciada o mais rápido possível, sendo importante estabelecer estratégias de desmame adequadas. O objetivo é comparar dois métodos de medida da pressão inspiratória máxima (PImáx) em pacientes em VM e correlacionar com a força muscular esquelética avaliada pelo dinamômetro de preensão manual e escala do *Medical Research Council* (MRC), a capacidade funcional pela Perme (PE), e determinar se a força de preensão manual (FPM) está correlacionada com a MRC e o PE na extubação e alta da UTI. **Métodos:** Estudo realizado na UTI com pacientes ≥ 18 anos, após 48 horas de VM, randomizados em métodos de medida da PImáx: com manômetro acoplado à válvula unidirecional (PImáx-VU) e método MV (PImáx-VM). **Resultados:** 32 pacientes avaliados por PImáx-VU e PImáx-VM. Não houve diferença significativa nos métodos de PImáx, sendo encontrada correlação positiva entre PImáx-VU e PImáx-VM ($r=0,693$, $p<0,05$). Houve correlação moderada entre a FPM e a escala MRC na extubação e na alta, e não foi encontrada correlação entre a FPM e a PE na extubação ou alta. **Conclusão:** Não foram encontradas diferenças significativas nas medidas de PImáx-VU e PImáx-VM, os dois métodos se correlacionaram positivamente. Essas medidas não se correlacionaram com a força muscular esquelética e a capacidade funcional. A FPM correlacionou-se com a força muscular esquelética, mas não com a capacidade funcional. No entanto, foi encontrada correlação positiva entre MRC e PE na alta dos pacientes.

Palavras-Chave: Ventilação Mecânica, Pressão respiratória máxima, Fisioterapia, Unidade de Terapia Intensiva, Fraqueza muscular esquelética, Funcionalidade.

^a Artigo submetido ao periódico Revista *Brazilian Journal of Physical Therapy*.

3.1 INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) é uma terapia essencial para pacientes com insuficiência respiratória aguda, sendo necessária quando a demanda ventilatória se torna superior à capacidade dos músculos respiratórios manter respiração espontânea, devido a uma série de condições clínicas. Os pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) quando submetidos à VM apresentam uma incidência de pelo menos 25% a 50% de fraqueza muscular adquirida na UTI (FMA-UTI) ao permanecerem em VM por mais de cinco dias.^{1,2}

A FMA-UTI está relacionada à diminuição da mobilidade ou imobilidade prolongada no leito, que ocasiona prejuízo importante ao sistema músculo esquelético e também aos músculos respiratórios (inspiratórios e expiratórios), e seus primeiros sinais podem ser encontrados a partir do segundo dia após a internação, contribuindo para diminuição e/ou perda da capacidade funcional, da qualidade de vida, hospitalização prolongada e aumento da morbimortalidade. A disfunção muscular pode ser agravada por diversas complicações prévias dentre elas, inflamações sistêmicas, sedação e bloqueadores neuromusculares, desnutrição, descontrole glicêmico e duração da VM.^{3,4} Esses fatores associados a VM, ocasionam uma redução de 40% a 50% da capacidade diafragmática.⁵

A FMA-UTI aumenta o tempo de ventilação mecânica e dificulta o processo de desmame da VM, principalmente por uma diminuição da força muscular diafragmática e componentes musculares acessórios ao processo inspiratório.

Sendo assim, a transição da ventilação artificial para a espontânea, em pacientes que permanecem por tempo superior a 24 horas em ventilação mecânica invasiva (VMI), deve-se iniciar o mais rápido possível, ou seja, quando as causas que induziram a necessidade da VMI estiverem resolvidas, proporcionando redução na perda de massa muscular por desuso e reduzindo o tempo de VM e de internação hospitalar geral.⁶⁻⁸ A avaliação desses pacientes, antes de iniciar este processo, é importante, pois contribui para

evitar a fadiga muscular respiratória e estabelecer estratégias apropriadas de desmame da VM.^{9,10}

Uma das formas de avaliar esses pacientes é a medida da pressão inspiratória máxima (PImáx), um teste simples e reproduzível para medir a força muscular inspiratória e que reflete a força gerada pelos músculos inspiratórios durante uma contração curta, quase estática.^{11,12} A primeira descrição da medida da PImáx por meio de um manovacúmetro analógico, foi descrita por Black e Hyatt.¹³ A partir de então, diversos estudos começaram a ser realizados com esse instrumento. Marini et al.¹⁴ associaram o manovacúmetro analógico a uma válvula unidirecional inspiratória com o objetivo de garantir oclusão das vias aéreas em pacientes com participação prejudicada. Assim, induzindo inspirações forçadas máximas sucessivas garantindo volumes progressivamente mais próximos ao volume residual (VR), possibilitando uma medida mais confiável da PImáx em pacientes sob VM. Com os avanços tecnológicos, a PImáx pode também ser mensurada por meio de software de ventiladores artificiais, como o DIXTAL DX3010®, DX3012® e DX3020®. No entanto, ainda existem controvérsias sobre o melhor método a ser utilizado.

Um estudo utilizando a escala MRC e a dinamometria de preensão manual concluiu que esses instrumentos utilizados isoladamente ou combinados identificaram pacientes potencialmente fracos na UTI e não encontraram correlação entre fraqueza e maior tempo de VM, tempo de desmame ou permanência prolongada na UTI.³⁰ Outro estudo investigou alterações na capacidade funcional e na força muscular respiratória e periférica em um grupo heterogêneo de pacientes em VM para determinar possíveis repercussões funcionais e fraqueza muscular periférica e respiratória resultante da permanência prolongada na UTI. Observou-se que os pacientes apresentaram melhora na capacidade funcional e na força muscular (respiratória e periférica) após a mobilização precoce e encontraram correlação positiva entre PE e MRC.¹⁸ No entanto, ainda são escassos os estudos que investigam a correlação desses instrumentos em pacientes críticos, especialmente FPM com PE.

Desta forma, os objetivos do presente estudo foram: 1) comparar dois métodos diferentes para medir a P_{Imáx}, utilizando um manovacuômetro acoplado a uma válvula unidirecional (VU) e o método de medida nos ventiladores Dixtal DX3010[®], DX3012[®] e DX3020[®], em pacientes após 48 horas em VM com protocolo de desmame da VM; 2) investigar a correlação entre as medidas de P_{Imáx} P_{Imáx}-VU e P_{Imáx}-VM, com as escalas de força muscular (MRC) e escala de funcionalidade (PE) na extubação e alta; e 3) investigar a correlação entre a força de preensão manual (FPM) e a escala de força muscular (MRC) com a escala de funcionalidade (PE) na extubação e alta da UTI.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Delineamento do estudo e participantes

Trata-se de um estudo longitudinal prospectivo, unicentrico randomizado, unicego, crossover, o qual foi aprovado, pelo Comitê de Ética Médica da Santa Casa de Batatais – SP e pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar (Plataforma Brasil – parecer 4.944.646). O representante legal do paciente foi previamente esclarecido sobre o objetivo e delineamento do estudo, permitindo a sua participação assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

3.2.2 Amostra

Este estudo foi conduzido na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) adulto da Santa Casa de Misericórdia de Batatais – SP, hospital filantrópico vinculado ao SUS, no período de janeiro de 2021 á Dezembro de 2021. Foram selecionados 32 pacientes com idade ≥ 18 anos, de ambos os sexos, após 48 horas de VM, com tubo orotraqueal em fase de despertar diário. Todos em suporte ventilatório de umidificação passiva associado a um circuito ventilatório de ramo duplo com medida de 2 metros interligados a uma peça “Y”. Os pacientes em fase de desmame e com aptidão para o teste de respiração

espontânea (TRE) foram randomizados em dois métodos de medidas da P_{Imáx} e o estado funcional foi avaliado pós extubação e na alta da UTI, por meio das escalas MRC, PE e dinamometria de preensão palmar.

3.2.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

Após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelo representante legal, foram incluídos pacientes que se encontravam em processo de despertar diário, com critérios de elegibilidade para o TRE, ou seja, com resolução da causa que levou à VM: ausência de insuficiência coronariana descompensada, arritmias ou repercussão hemodinâmica e evidência de melhora clínica (oxigenação e estabilidade hemodinâmica; ser capaz de iniciar esforços inspiratórios e ter capacidade de executar três das cinco habilidades: abrir os olhos, direcionar olhar, protrair a língua, responder o comando do terapeuta após contar até cinco e solicitar ao paciente acenar com a cabeça ou levantar as sobrancelhas).¹⁹ Além disso, deveriam estar em modo ventilatório espontâneo com parâmetros ajustados de pressão de suporte ≤ 20 cmH₂O, pressão positiva expiratória final ≤ 8 cmH₂O, fração inspirada de oxigênio $\leq 0,4$, relação PaO₂/FiO₂ ≥ 200 e SpO₂ $\geq 95\%$; e hemodinamicamente estáveis: sem uso de drogas vasoativas ou com dose mínima (dopamina, dobutamina ou noradrenalina ≤ 5 mcg/kg/min), temperatura corpórea entre 36,5°C e 38,5°C.²⁰

Foram excluídos pacientes que apresentaram contraindicações para a realização de manobra inspiratória forçada, tais como: instabilidade hemodinâmica (PAM < 60 mmHg, mesmo após ressuscitação volêmica); sangramento ativo, hipertensão craniana, instabilidade da caixa torácica, sinais clínicos de fadiga muscular inspiratória, arritmias complexas; fistulas broncopleurais ou traqueoesofágicas, diálise ou agitação necessitando sedação, e escape em via aérea alta, mesmo após insuflação adequada do cuff ou qualquer outro sintoma de intolerância na avaliação inicial (frequência respiratória (FR) > 35 inspirações por minuto (ipm), sinais de desconforto respiratório, uso de músculos acessórios, respiração paradoxal, SpO₂ $< 90\%$ e FC > 120 batimentos por minuto), além daqueles que estavam sob ventilação

mecânica por cirurgia prévia seja ela de origem ortopédica ou abdominal e pacientes neurológicos.

3.2.4 Procedimentos

Todos os pacientes foram ventilados nos ventiladores mecânicos Dixtal (DX3010[®], DX3012[®] e DX3020[®]), em uso de suporte ventilatório de umidificação passiva por meio de filtros trocadores de calor, o HME *BeCare* adulto associado a um circuito ventilatório de ramo duplo com medida de 2 metros interligados a uma peça “Y”.

Os pacientes em fase de desmame e com aptidão para o TRE foram randomizados em dois métodos de medida: com vacuômetro acoplado a uma válvula unidirecional e no ventilador mecânico. O estado funcional foi avaliado pós extubação e na alta da UTI, por meio das escalas MRC, PE e dinamometria de preensão palmar, também tiveram sua história clínica, diagnósticos, exames laboratoriais e gasometria arterial, extraídos do prontuário. As avaliações foram realizadas consecutivamente pelo mesmo avaliador, após medir o nível de sedação pelas seguintes escalas: Escala de Sedação de *Ramsey* (ESR),²¹ Escala de Agitação e Sedação de *Richmond* (RASS)²², e antes do início de qualquer procedimento foi explicado ao paciente o que iria ser realizado. Para medição da P_{Imáx} em ambos os métodos, os pacientes foram previamente submetidos ao procedimento de aspiração traqueal, se necessário, e posicionados em decúbito dorsal, com a cabeceira elevada a 45°. O *cuff* foi insuflado e monitorizado com um cuffômetro (Ambu[®]) de forma individual para cada paciente, evitando escape durante a mensuração e mantendo as pressões de proteção da via aérea dentro dos padrões de normalidade.²³ Após aspiração traqueal se necessário, os pacientes permaneceram conectados ao ventilador mecânico para repouso durante 5 minutos. As medidas da P_{Imáx}, foram realizadas sempre no mesmo horário, seguindo criteriosamente o protocolo institucional relacionado aos procedimentos de enfermagem, e protocolo de despertar diário sempre iniciado no período da manhã e de acordo com randomização em blocos de 10, considerando as duas formas de medição.

3.2.5 Método de medição realizado em Ventilador Mecânico – No método utilizando o ventilador mecânico (DX3010®, DX3012® e DX3020®), todos os modelos apresentaram a mesma padronização durante o processo de medida. Antes de iniciar a manobra foi realizado a pré oxigenação de 1 minuto antes, realizada 20% acima da fração inspiratória de oxigênio (FiO₂) do paciente^{24,25}, e a manobra começava com a análise do ciclo respiratório durante duas respirações, identificando inspiração e expiração, e durante a última expiração era produzida uma oclusão disponível no VM com tempo máximo de 20 segundos pela válvula inspiratória, ficando aberta a válvula expiratória. A P_{lmáx} foi calculada como a maior queda de pressão da via aérea que ocorreu durante o período de oclusão.

3.2.6 Método de medição realizado no Manovacuômetro Analógico - Para o método de medição com o manovacuômetro analógico modelo Comercial Medica® com intervalo de 0 até ± 120 cmH₂O, com incrementos de 4cmH₂O, foi utilizada uma válvula unidirecional de baixa resistência que só permitiu a exalação após pré oxigenação 1 minuto antes, realizada 20% acima da fração inspiratória de oxigênio (FiO₂) do paciente.^{24,25}

O acoplamento na via aérea foi realizado após 10 segundos da desconexão da VM até que o paciente chegasse o mais próximo possível do volume residual (VR), em seguida acoplava-se o manovacuômetro analógico na válvula unidirecional inspiratória, induzindo inspirações forçadas máximas. Após atingir um volume próximo do residual, a oclusão foi mantida por 20 segundos, para manter a comparação com o tempo de 20 segundos, pré-programado na medida da P_{lmáx} no ventilador mecânico. Foi computado o maior valor alcançado, depois de 3 medidas com intervalo de 2 minutos entre elas e um *whash out* entre os métodos de 10 minutos.

Na medida com o manovacuômetro durante o intervalo de 2 minutos entre as medidas, o paciente foi reconectado ao ventilador mecânico para repouso. Foram monitorizadas e anotadas antes e após o procedimento as variáveis frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pressão arterial média (PAM) e saturação periférica de oxigênio (SpO₂), por meio de um monitor (DX2010® e DX2023®).²⁶

A ordem dos tempos foi utilizada tanto no método de avaliação da ventilação mecânica (VM) como na válvula unidirecional (VU) para o mesmo paciente. Dessa forma, todos os pacientes foram submetidos a todos os métodos de avaliação, porém, em ordem diferente, de acordo com a randomização.

Quanto aos métodos de monitorização da avaliação da PImáx, os mais utilizados foram a oximetria e os sinais vitais, com monitores multiparamétricos, e a mecânica respiratória com pneumotacógrafo acoplado no próprio ventilador mecânico. As medidas foram interrompidas na presença de associação de dois ou mais critérios, sendo eles: SpO₂ ≤ 90%, FR ≥ 40ipm, FC ≥ 140bpm, PAM ≤ 65mmHg e ≥ 120mmHg.

3.2.7 Avaliação da Força Muscular Esquelética e Capacidade Funcional - Para este tópico foram utilizadas escalas de medidas de forma quantitativa para avaliação da força musculoesquelética e capacidade funcional de cada paciente, aplicadas no momento da extubação e alta da UTI.

Para avaliação da força muscular esquelética periférica foi utilizada dinamometria de força de preensão manual (FPM) que é recomendada como uma medida simples e fácil para diagnóstico da FMA-UTI e o escore do MRC. Ali et al.²⁷ desenvolveram pontuações de corte para FPM com base no sexo, sendo considerado indicativo de FMA-UTI para homens valores <11kgf e para mulheres <7kgf. As medidas foram executadas quando o paciente apresentou nível de consciência após a extubação e no momento da alta da UTI. Para avaliação do MRC, o paciente deveria cooperar com os comandos básicos do teste de acordar, tais como: “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”, o mesmo sendo capaz de responder pelo menos três desses cinco comandos caracterizaria teste de acordar positivo e sendo assim iniciava-se a avaliação. Dessa forma, o paciente era posicionado em modo poltrona/leito, cabeceira entre 45-60°, e em seguida era dada a instrução do movimento a ser realizado. Após este procedimento o paciente realizava a movimentação da articulação para que os grupos musculares de forma individual fossem testados. A medida do MRC foi

realizada por meio da avaliação bilateral de seis movimentos de membros superiores (abdução de ombro, flexão de cotovelo e flexão de punho) e inferiores (flexão de quadril, flexão de joelho e dorsiflexão), sendo o escore total variável de 0 a 60 pontos, escore menor que 48 sugere a presença de fraqueza muscular.¹⁵

O procedimento da avaliação da FPM foi feito com o dinamômetro hidráulico *Saehan*[®], sendo realizado com o paciente sentado em modo poltrona/leito sem apoio para braços, ombro em adução, cotovelo fletido a 90°, antebraço em posição neutra, articulação radio-carpal entre 0° e 30° de extensão e desvio ulnar entre 0° e 15°, quadril a 90° de flexão próximo ao encosto do leito. Para a realização do procedimento foi dado constante estímulo verbal aos participantes do estudo para que utilizassem sua força máxima durante a realização do teste, onde foi anotado o maior valor de cada pico atingido. Foram realizadas três medidas após uma tentativa de aprendizagem e o intervalo de repouso entre elas foi de 1 minuto.²⁷

Para avaliar a condição da capacidade funcional o PE foi aplicado quando o paciente apresentou nível de consciência após a extubação e no momento da alta da UTI, este é um instrumento que mensura de forma objetiva, a melhora do paciente. O PE é constituído por um escore que varia de 0 a 32 pontos, sendo que a pontuação mais elevada indica alta mobilidade e a menor pontuação indica baixa mobilidade e maior necessidade de assistência, sendo considerado no momento da internação o escore equivalente a zero (0).

3.2.8 Análise dos dados

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado pelo *G.Power* 3.1.9.4, com tamanho de efeito 0.5, nível de significância de 0.05 e poder do teste 0.85, resultando em 31 pacientes com as variáveis dependentes P_{máx} VM e P_{máx} VU de um estudo piloto com 10 sujeitos. E o programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) para *Windows*, versão 25 foi utilizado para a análise dos dados. Foi aplicado o teste de *Shapiro-Wilk* para verificar a normalidade dos dados. Os dados estão apresentados em média e desvios padrão. Foi utilizado o teste t de *Student* para amostras independentes e o

Coeficiente de Correlação de *Spearman* para analisar as correlações entre as variáveis. A análise gráfica de concordância entre a PImáx VU e a PImáxVM foi realizada pelo teste de *Bland-Altman*, utilizando-se o software *MedCalc*[®], versão 20.218 (MedCalc, Mariakerke, Bélgica).²⁸ Foi considerado correlação pequena de 0,00 – 0,25, correlação baixa de 0,26 – 0,49, correlação moderada de 0,50 – 0,69, correlação alta de 0,70 – 0,89 e correlação muito alta de 0,90 – 1,00. ²⁹ O nível de significância considerado foi de 5%.

3.3 – RESULTADOS

Ao todo 32 pacientes foram avaliados na extubação pelos métodos de PImáx VU e PImáx VM, 18 pelas escalas PE e MRC na extubação e no momento da alta foram avaliados 16 pacientes pelas escalas PE e MRC. A amostra de pacientes reduziu devido a condições clínicas instáveis, ao óbito de alguns pacientes e outros receberam alta da UTI quando o avaliador não estava presente.

3.3.1 Características Gerais e valores de PImáx

Na tabela 1 observamos as características demográficas da amostra, além disso foi constatado que não houve diferença significativa entre a PImáx VU e a VM e houve uma correlação positiva alta entre a PImáx da VU comparada a PImáx da VM ($r=0,693$, $p<0,05$).

Tabela 1 – Características gerais da amostra

Variáveis	média±DP (n=32)
Gênero	masculino (n=13) /feminino (n=19)
Idade (anos)	63,7 ± 18,3
Dias VM	6,6 ± 4,4
HRS-VM-HRS-IOT-DESP	158,3 ± 106,1
CUFF (cmH ₂ O)	37,3 ± 2,2
RASS	4,9 ± 0,2
BNM (ml/hr)	1.4 ± 3.1
Dormonid (ml/hr)	20.6 ± 5.4
Fentanil (ml/hr)	14.6 ± 4.6
Noradrenalina (ml/hr)	4.4 ± 5.4
Apache-24Hrs	18,9 ± 8,2
Apache-48Hrs	18,4 ± 8,2
DIA-INT-UTI	12,3 ± 6,5
PI _{máx} VU (cmH ₂ O)	56,3 ± 27,1 ⁽⁼⁾
PI _{máx} VM (cmH ₂ O)	55,3 ± 22,0 ^{(=)¥}

Dados expressos em média ± desvio padrão.

Legenda: VM, ventilação mecânica; HRS-VM-HRS-IOT-DESP, horas de ventilação mecânica e horas intubação até despertar diário; PI_{máx}, pressão inspiratória máxima; RASS, Escala de Agitação e Sedação de Richmond; VU, válvula unidirecional; DIA-INT-UTI, dias de internação na Unidade de Terapia Intensiva; BNM, bloqueador neuromuscular.

Teste t-pareado: (=): PI_{máx} VU = PI_{máx}VM, p=0,77

Teste de correlação de Spearman: ¥: r = 0,693, p <0,05

3.3.2 Análise gráfica de concordância entre a PI_{máx} VU e a PI_{máx} VM

Na análise gráfica é possível constatar concordância entre a PI_{máx} VU e a PI_{máx} VM, visto que, a média da diferença entre as médias foi de -1,0, verificado pelo teste de *Bland-Altman*. Assim, conclui-se que os métodos de medidas da PI_{máx} são concordantes entre si.

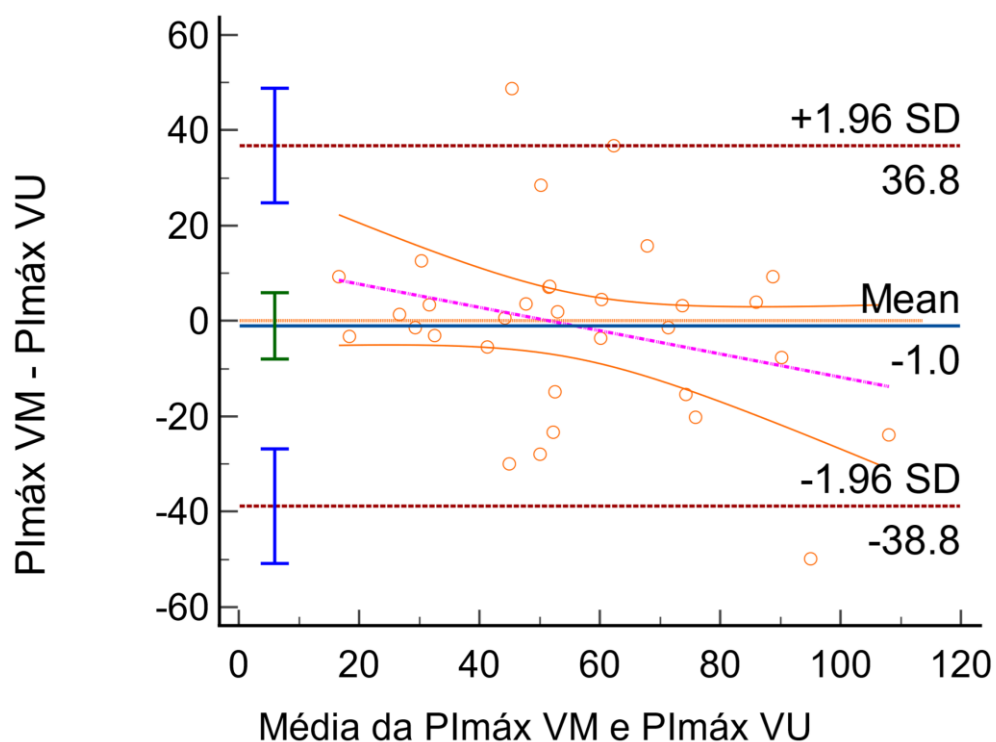


Gráfico – Análise gráfica de concordância da pressão inspiratória máxima (PImax) obtidos em cada dispositivo válvula unidirecional (VU) e ventilador mecânico (VM), em 32 pacientes adultos em processo de desmame de ventilação mecânica.

Legenda: $\pm 1,96$ SD = intervalo de confiança de 95%

3.3.3 Resultados de força muscular inspiratória com as escalas de funcionalidade PE e escala de força muscular MRC

Na tabela 2 observa-se que não houve correlação entre as variáveis PImax VU e VM com a escala de funcionalidade PE e escala de força muscular MRC, sugerindo que a força muscular inspiratória não apresenta correlação com a capacidade funcional e força musculoesquelética no momento da extubação e da alta.

Tabela 2 – Correlação entre as variáveis de força muscular inspiratória, medidas por meio dos métodos PImáx VU e PImáx VM, com as escalas de funcionalidade PE e escala de força muscular MRC, nos momentos da extubação e da alta

Variáveis	MRC – EXT (n18)	MRC – ALTA (n16)	PE – EXT (n18)	PE – ALTA (n16)
PImáx VU (EXT)	r = 0,028 p = 0,912	r = 0,075 p = 0,782	r = 0,044 p = 0,864	r = 0,127 p = 0,640
PImáx VM (EXT)	r = 0,010 p = 0,967	r = 0,055 p = 0,840	r = 0,100 p = 0,694	r = 0,077 p = 0,777

Dados expressos de valores da correlação de Spearman

Legenda: PImáx, pressão inspiratória máxima; VU, válvula unidirecional; VM, ventilação mecânica; MRC, Medical Research Council ; PE, Perme Intensive Care Unit Mobility Score; EXT, Extubação.

3.3.4 Resultados de força de preensão manual com as escalas de funcionalidade PE e escala de força muscular MRC

Na tabela 3 observa-se uma correlação moderada da força de preensão manual (FPM) com a escala de força muscular MRC no momento da extubação e alta da UTI. E quando correlacionada FPM com a escala PE no momento da extubação e alta, não houve significância.

Tabela 3 – Correlação entre a Força de preensão manual (FPM) com as escalas de força muscular MRC com a escala de funcionalidade PE no momento da extubação

Variáveis	MRC EXT(n18)	PE EXT(n18)	Variáveis	MRC ALTA(n16)	PE ALTA(n16)
FPM-D EXT	r= 0,591 p= 0,010	r= 0,313 p=0,206	FPM-D ALTA	r=0,614 p=0,011	r=0,144 p=0,594
FPM-E EXT	r=0,509 p=0,031	r=0,242 p=0,334	FPM-E ALTA	r=0,475 p=0,063	r=0,053 p=0,846

Dados expressos de valores da correlação de Spearman

Legenda: P_lmáx, pressão inspiratória máxima; VU, válvula unidirecional; VM, ventilação mecânica; FPM-D, força de preensão manual direita; FPM_E, força de preensão manual esquerda; EXT, Extubação.

±: correlação moderada entre FPM-D-EXT e FPM-E-EXT com a escala MRC Ext e MRC alta (Correlação de Spearman, p<0,05)

3.3.5 Resultados de força muscular MRC com a escala de funcionalidade PE

Na tabela 4 observa-se que a variável MRC no momento da extubação, não apresenta correlação com a escala de funcionalidade PE nos momentos da extubação e alta. E quando correlacionado MRC na alta, não apresenta correlação com a escala PE na extubação, entretanto a MRC na alta quando correlacionada com a PE alta observou-se uma correlação positiva moderada.

Tabela 4 – Correlação entre a força muscular MRC com a escala de funcionalidade PE no momento da extubação e alta

Variáveis	PE – EXT	PE – ALTA
	(n18)	(n16)
MRC (EXT)	r = 0,443 p = 0,066	r = 0,057 p = 0,835
MRC (ALTA)	r = 0,150 p = 0,580	r = 0,579 p = 0,019 ±

Dados expressos de valores da correlação de Spearman

Legenda: MRC, Medical Research Council; PE, Perme Intensive Care Unit Mobility Score; EXT, Extubação.

±: correlação moderada entre MRC-ALTA e PE-ALTA (Correlação de Spearman, $p < 0,05$)

3.4 DISCUSSÃO

Este estudo verificou a efetividade da medida da P_{Imáx} por meio dos métodos de avaliação com válvula unidirecional descrita por Marini, et al.¹⁴ e com ventilador mecânico, em um grupo de pacientes ventilados mecanicamente, não sendo observada diferença significativa na medida realizada no método VU quando comparada ao VM. Além disso, não se observou correlação da P_{Imáx} VU e VM com as escalas de funcionalidade e força musculoesquelética nos momentos da extubação e da alta. Com relação a FPM verificou-se correlação moderada com a escala de força musculoesquelética, mas não houve correlação com a escala de capacidade funcional, nos momentos da extubação e alta. Além disso, as escalas MRC- e PE apresentaram uma correlação positiva no momento da alta dos pacientes.

Segundo Yamaguti et al.³⁰ o método de medida da P_{Imáx} no ventilador mecânico é o mais adequado para a determinação da P_{Imáx} de indivíduos submetidos ao desmame da ventilação mecânica invasiva, uma vez que apresenta maiores valores e não sofre influência de efeito aprendido comparado a medida com o manovacuômetro. Em nosso estudo não se observaram diferenças significativas entre esses dois métodos, os quais

apresentaram uma concordância e correlação positiva significativa, indicando que ambos podem ser utilizados como parâmetros de desmame, considerando um tempo de oclusão de 20 segundos.

A utilização de escalas que avaliam a força muscular e o estado funcional auxiliam na identificação da FMA-UTI e do prejuízo funcional adquirido no decorrer da internação, pois sabe-se que a internação prolongada é um aspecto que favorece a FMA-UTI, progressão dos índices de mortalidade e aumento de custos. Por meio da utilização dessas escalas podemos acompanhar o nível de força muscular e funcional do paciente, observando perdas funcionais, além de poder orientar as condutas mais adequadas de cada paciente através dessas ferramentas.

Filomena et al.³¹ analisaram 39 pacientes em seu estudo, com objetivo de avaliar a prevalência da polineuromiopia do doente crítico utilizando o score do MRC e dinamometria de preensão palmar. Os autores concluíram que as ferramentas utilizadas sejam de forma isolada ou associada, identificou pacientes potencialmente fracos na UTI, não identificando correlação entre a fraqueza e tempo maior em ventilação mecânica, tempo de desmame e permanência prolongada na UTI. No presente estudo, observou-se uma correlação entre a FPM com a escala MRC no momento da extubação e alta da UTI, indicando que ambas as ferramentas podem ser úteis na avaliação da força muscular esquelética.

Na literatura não encontramos estudos correlacionando a força de preensão manual com a escala de funcionalidade PE. Santos et al.³² utilizaram a dinamometria para mensurar a força de preensão palmar e o teste *Timed Up and Go* (TUG) para avaliar a mobilidade funcional, em 90 pacientes críticos internados na UTI, com objetivo de analisar a evolução funcional, incluindo mobilidade e força muscular. Eles observaram evolução significativa da funcionalidade na alta hospitalar quando comparada à alta da UTI, e a força de preensão palmar não apresentou diferença significativa na comparação na alta hospitalar e alta da UTI. Em nosso estudo as variáveis FPM e escala PE não apresentaram correlações significativas nos momentos da extubação e alta da UTI.

Porto et al.³³ levantam a hipótese em seu estudo de que a força dos membros superiores pode estimar a força muscular global. Em estudo com 150 indivíduos de ambos os sexos, utilizando um dinamômetro manual da marca *Jamar*, eles demonstraram que a força de preensão manual pode ser usada para representar a força muscular global. De modo similar observamos no nosso estudo que a força de preensão manual apresenta uma correlação moderada com a escala de força musculoesquelética MRC.

Fredericks et al.³⁴ relataram que o prejuízo cinético funcional de pacientes criticamente doentes é marcado por perda da massa muscular, atrofia de fibras musculares de contração rápida (tipo II A e II B) e fraqueza muscular extrema dos membros, onde a função muscular é precocemente reduzida, após sete dias de admissão, sendo rebaixada cerca de 20% e ocasionando perda adicional de mais 20% da força restante a cada semana seguinte. Observamos no atual estudo, que não houve uma correlação entre a FPM com a escala de funcionalidade PE no momento da extubação e alta da UTI. Entretanto, a escala MRC correlacionou-se positivamente com a PE no momento da alta do paciente.

Silva et al.³⁵ avaliaram a evolução da capacidade funcional e da força muscular respiratória e periférica durante a internação no CTI Geral do Hospital Universitário Pedro Ernesto do estado do Rio de Janeiro, em um grupo heterogêneo de pacientes ventilados mecanicamente, com o objetivo de avaliar as possíveis repercussões funcionais e fraqueza muscular periférica e respiratória, decorrentes da internação prolongada. Os autores concluíram que os pacientes apresentaram uma melhora da capacidade funcional, força muscular periférica e respiratória, além de uma correlação positiva entre as escalas PE e MRC após mobilização precoce. No nosso estudo não observamos uma correlação significativa entre as escalas MRC no momento da extubação com a PE nos momentos da extubação e alta, entretanto observamos uma correlação moderada na variável MRC no momento da alta com a PE na alta dos pacientes, a qual poderia estar relacionada com o atendimento fisioterapêutico realizado durante o período de internação.

Como limitações do estudo é importante referir que (1) uma vez que a nossa amostra é composta por pacientes críticos, tivemos pacientes com

condições clínicas instáveis, óbito de alguns pacientes e outros que receberam alta da UTI quando o avaliador não estava presente, tais fatos não permitiram realizar as avaliações propostas em todos os pacientes; (2) o tempo de ventilação mecânica e internação pode ter influenciado nos valores das escalas MRC e PE; (3) nossos resultados são limitados aos modelos de ventiladores utilizados no presente estudo, considerando que em alguns modelos ocorre o fechamento da válvula inspiratória e expiratória, subestimando o valor da PIMáx devido a hiperinsuflação.

3.5 Conclusão

Concluimos neste estudo, que os métodos de medidas de PImáx VU e VM não apresentam diferenças significativas, correlacionam-se positivamente e apresentam concordância. Ambos os métodos podem ser utilizados na UTI. Além disso não apresentam correlação com a força muscular esquelética e a capacidade funcional. A FPM apresenta correlação com a força muscular esquelética, mas não se relaciona com a capacidade funcional, nos momentos da extubação e alta dos pacientes. Entretanto, as escalas MRC e PE apresentaram uma correlação positiva no momento da alta dos pacientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stevens RD, Marshall SA, Cornblath DR et al. A framework for diagnosing and classifying intensive care unit-acquired weakness. *Crit Care Med* 2009;37(10 Suppl):S299–308.
2. Latronico N, Peli E, Botteri M. Critical illness myopathy and neuropathy. *Curr Opin Crit Care* 2005; 11: 126-132.
3. Herridge MS, Cheung AM, Tansey CM, et al: One-year outcomes in survivors of the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2003; 348:683–693.
4. Herridge MS. Legacy of intensive care unit-acquired weakness. *Crit Care Med.* 2009;37(10):457-61S.
5. Silva Bak da, Souza JKD, Pereira DM, Aydos RD, Carvalho P de TC de, Reis FA dos. Correlação entre pressão inspiratória máxima, ventilação pulmonar e tempo de ventilação em pacientes ventilados no modo de pressão de suporte. *ConScientiae.* 2008;7(3):379-84.
6. Carlucci A, Ceriana P, Prinianakis G, Fanfulla F, Colombo R, Nava S. Determinants of weaning success in patients with prolonged mechanical ventilation. *Critical Care.* 2009 13 (3): R97. Disponível em < <http://ccforum.com/content/13/3/R97>>. Acesso em: 10 mai 2010. doi:10.1186/cc7927.
7. Mendonça Junior AA, Vendrame LS, Grava S. Complicações da ventilação mecânica. In: Sarmiento GJV: *Fisioterapia respiratória no paciente crítico – rotinas clínicas.* Barueri - SP: Manole. 2005; 46:560-1.
8. Vallverdú I MJ. Weaning criteria: physiologic indices in different groups of patients. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2002.
9. Alves LC, Leite IC, Machado CJ. Conceituando e mensurando a incapacidade funcional da população idosa: uma revisão de literatura. *Cienc Saude Colet* 2008; 13(4):1199-1207.
10. McIntyre NR. Respiratory mechanics in the patient who is weaning from the ventilator. *Respir Care.* 2005; 50:275-84.

11. Gayan-Ramirez G, Decramer M. Effects of mechanical ventilation on diaphragm function and biology. *Eur Respir J.* 2002; 20:1579-86.
12. Moxham J, Goldstone J. Assessment of respiratory muscle strength in the intensive care unit. *Eur Respir J.* 1994;7: 2057-61.
13. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis.* 1969;99(5):696-702.
14. Marini JJ, Smith TC, Lamb V. Estimation of inspiratory muscle strength in mechanically ventilated patients: the measurement of maximal inspiratory pressure. *J Crit Care.* 1986; 1:32-8.
15. De Jonghe B, Sharshar T, Lefaucheur JP, Outin H. Critical illness neuromyopathy. *Clin Pulm Med.* 2005;12(2):90-6.
16. Perme C, Nawa RK, Winkelman C, Masud F. A tool to assess mobility status in critically ill patients: The Perme Intensive Care Unit Mobility Score. *Methodist Debaquey Cardiovasc J.* 2014;10(1):41-9. <http://dx.doi.org/10.14797/mdcj-10-1-41>.
17. Kawaguchi YMF, Nawa RK, Figueiredo TB, Martins L, Pires-Neto RC. Perme Intensive Care Unit Mobility Score e ICU Mobility Scale: tradução e adaptação cultural para a língua portuguesa falada no Brasil. *J Bras Pneumol.* 2016;42(6):429-434. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37562015000000301>
18. Silva FRR, Souza TB, Dias MS, Silva AP, Oliveira KC, et al. Avaliação da capacidade funcional dos pacientes em uso de ventilação mecânica internados em uma Unidade de Terapia Intensiva. *Revista HUPE, Rio de Janeiro,* 2017;16(1):6-15 doi: 10.12957/rhupe.2017.33299.
19. Rodrigues ID, Barbosa LS, Manetta JA, Silvestre RT, Yamauchi LY. Fraqueza Muscular Adquirida na Unidade de Terapia Intensiva: Um Estudo de Coorte. *Rev Brasileira de Ciências da Saúde,* ano 8, nº 24, abr/jun 2010.
20. Pinheiro Filho GR, Reis HFC, Almeida ML, Andrade WS, Rocha RLS, Leite PA. Comparação e efeitos de dois diferentes tempos de oclusão da via aérea durante a mensuração da pressão inspiratória

- máxima em pacientes neurológicos na unidade de terapia intensiva de pacientes adultos. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2010; 22(1):33-39.
21. Ramsay MA, Savege TM, Simpson BR, Goodwin R. Controlled sedation with alphaxalone-alphadolone. *Br Med J*. 1974;2(5920):656-9.
22. Buggedo G, Tobar E, Aguirre M, Gonzalez H, Godoy J, et al. Implantação de protocolo de redução de sedação profunda baseado em analgesia comprovadamente seguro e factível em pacientes submetidos à ventilação mecânica. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2013; 25(3):188-96.
23. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica- Fisioterapia no paciente sob ventilação mecânica. *J Bras Pneumol*. 2007;33(Supl 2) :S 142-S 150.
24. Vianna JR, Lorenzo VA, Simões MM, Guerra JL, Jamami M. Effects of Zero PEEP and < 1.0 FIO₂ on SpO₂ and PETCO₂ During Open Endotracheal Suctioning. *RESPIRATORY CARE* Paper in Press. Published on July 7, 2020, as DOI: 10.4187/respcare.07435.
25. Vianna JR, Lorenzo VA, Simões MM, Jamami M. Comparing the Effects of Two Different Levels of Hyperoxygenation on Gas Exchange During Open Endotracheal Suctioning: A Randomized Crossover Study. *Resp Care*. 2017 Jan;62(1):92-101. Doi: 10.4187/respcare.04665. Epub 2016 Nov 15.
26. Coté CJ GE, Fuchsman WH, Hoaglin DC. The effect of nail polish on pulse oximetry. *Anesthesia and Analgesia* 1988; 7:683-6. 51. (2) - Jubran A. Pulse oximetry. *Critical Care*1999;3(2):R11-R7.
27. Ali NA, O'brien JM JR, Hoffmann SP, Phillips G, Garland A, FINLEY JC, Almoosa K, Hejal R, Wolf KM, Lemeshow S, Connors AF JR, Marsh CB; Midwest Critical Care Consortium. Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008;178(3):261-8.
28. Pessoa BV, Jamami M, Basso RP, Regueiro EMG, Oliveira ADJ, Lorenzo VAP; Comparação de diferentes testes funcionais de membros inferiores em pacientes com doença pulmonar obstrutiva

- crônica: há concordância entre eles. *Fisioterapia em Movimento*, v. 26, n. Fisioter. mov., 2013 26(3), p. 491–502, jul. 2013.
29. Munro, B. H. *Statistical methods for health care research*. 4. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
30. Yamaguti WPS, Alves LA, Kauss IAM, Galvan CCR, Brunetto AF. Comparação entre a Pressão Inspiratória Máxima Medida pelo Método da Válvula Unidirecional e pelo Convencional em Pacientes Submetidos ao Processo de Desmame da Ventilação Mecânica Invasiva. *RBTI* 2004;16(3): 142-145.
31. Filomena AB, Dalmoro E, Makarewicz TG, Blattner C. Avaliação da prevalência da polineuromiopia do doente crítico em uma unidade de terapia intensiva. *Ciência&Saúde* 2019;12(1):e32043.<http://dx.doi.org/10.15448/1983-652X.2019.1.32043>
32. Santos LJ, Silveira FS, Müller FF, Araújo HD, Comerlato JB, et al. Avaliação funcional de pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva adulto do Hospital Universitário de Canoas. *Fisioter Pesqui.* 2017;24(4):437-443. DOI: 10.1590/1809-2950/17720924042017.
33. Porto JM, Nakaishi AM, Oliveira LMC, et al. Relationship between grip strength and global muscle strength in community-dwelling older people. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 82 (2019) 273–278.
34. Fredericks CM. adverse effects of immobilization on the musculoskeletal system. in: FREDERICKS CM, SALADIM LK, editors. *Pathophysiology of the motor systems: principles and clinical presentations*. Philadelphia: F.A. Davis Company; 1996; Wagenmakers AJ. Muscle function in critically ill patients. *Clin Nutr.* 2001;20(5):451-4. Review.
35. Silva FRR, Souza TB, Dias MS, Silva AP, Oliveira KC, et al. Avaliação da capacidade funcional dos pacientes em uso de ventilação mecânica internados em uma Unidade de Terapia Intensiva. *Revista HUPE*, Rio de Janeiro, 2017;16(1):6-15 doi: 10.12957/rhupe.2017.33299.

ANEXO 1 – Comprovante de submissão ao periódico Revista *Brazilian Journal of Physical Therapy*

Brazilian Journal of Physical Therapy
Methods for the Assessment of Respiratory Muscles, Skeletal Muscles and Functional Capacity in Critically Ill patients at extubation and discharge from the ICU
 --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	BJPT-D-23-00168
Article Type:	Research Paper
Keywords:	mechanical ventilation; Maximal inspiratory pressure; physical therapy; Intensive care unit; Skeletal muscle weakness; Functioning
Corresponding Author:	Mauricio Jamami Federal University of Sao Carlos BRAZIL
First Author:	Jorge Luis Guerra
Order of Authors:	Jorge Luis Guerra Jacqueline Rodrigues de Freitas Vianna Bruna Varanda Pessoa Mauricio Jamami
Abstract:	<p>Background: Patients on mechanical ventilation (MV) in the ICU present acquired muscle weakness. Therefore, the transition from MV to spontaneous breathing should be initiated as soon as possible, and it is important to establish appropriate weaning strategies. The objective is to compare two methods of maximal inspiratory pressure (MIP) measurement in patients on MV and correlate with skeletal muscle strength evaluated by the Medical Research Council (MRC), manual grip dynamometer and scale Perme functional capacity (PE), and to determine whether handgrip strength (HS) is correlated with MRC and PE in extubation and ICU discharge. Methods: Study conducted in the ICU with patients ≥ 18 years, after 48 hours of MV, randomized in methods of measurement of MIP: with manometer coupled to the unidirectional valve (MIP-OWV) and MV method (MIP-MV). Results: 32 patients evaluated by MIP-OWV and MIP-MV. There was no significant difference in MIP methods, and a positive correlation was found between MIP-OWV and MIP-VM ($r=0.693$, $p<0.05$). There was a moderate correlation between HS and the MRC in extubation and discharge, and no correlation was found between HS and PE score in extubation or discharge. Conclusion: No significant differences were found in the measurements of MIP-OWV and MIP-MV, the two methods were concordance and were positively correlated. These measurements did not correlate with skeletal muscle strength and functional capacity. HS was correlated with skeletal muscle strength, but not with functional capacity. However, a positive correlation was found between MRC and PE at discharge from patients.</p>
Suggested Reviewers:	
Opposed Reviewers:	

ANEXO 2 – Escala Perme Intensive Care Unit Mobility Score – (Score Perme de Mobilidade em UTI)

Nome do avaliador: Página 1	Nome do paciente ou número:	Data: Horário:
ESTADO MENTAL Pontuação máxima = 3	Estado de alerta no começo da avaliação Não responsivo=0 Letárgico = 1 Acordado e alerta = 2	
	O paciente consegue seguir 2 entre 3 comandos? Não = 0 Sim = 1	
POTENCIAIS BARREIRAS A MOBILIDADE Pontuação máxima = 4	O paciente está em Ventilação Mecânica OU Ventilação Não-Invasiva? * Sim = 0 Não = 1	
* No momento do contato inicial com o paciente ou a qualquer momento durante as intervenções de mobilidade.	Dor * Incapaz de determinar dor ou o paciente indica sentir dor = 0 Sem dor = 1	
	O paciente apresenta 2 ou mais dos seguintes:*(circule) Dispositivos de oxigenoterapia, Cateter de Foley, TOT, Traqueostomia, cateter central, cateter periférico, pressão arterial invasiva, cateter de diálise, CCIP, SGP, SJP, sonda nasogástrica, dreno de tórax, marcapasso temporário, cateter de artéria pulmonar, cateter epidural (PCA), BIA, DAVE, TSRC, ventriculostomia, dreno lombar, curativo a vácuo para feridas (VAC), ou outros. Sim = 0 Não = 1	
FORÇA FUNCIONAL Pontuação máxima = 4	Pernas - O paciente é capaz de erguer a perna contra a gravidade por aproximadamente 20 graus, com o joelho estendido? Não = 0 Sim = 1	Esquerdo Direito
	Braços - O paciente é capaz de elevar o braço contra a gravidade por aproximadamente 45 graus, com o cotovelo estendido? Não = 0 Sim = 1	Esquerdo Direito
Página 2		
MOBILIDADE NO LEITO Pontuação máxima = 6	Supino para sentado Não avaliado OU Assistência total (<25%) = 0 Máxima assistência (25 a 50%) = 1 Moderada assistência (50 a 75%) = 2 Mínima assistência (>75%) OU Supervisão = 3	
	Equilíbrio estático uma vez estabelecida a posição sentado à beira do leito Não avaliado OU Assistência total (<25%) = 0 Máxima assistência (25 a 50%) = 1 Moderada assistência (50 a 75%) = 2 Mínima assistência (>75%) OU Supervisão = 3	
TRANSFERÊNCIAS Pontuação máxima = 9	Sentado para em pé Não avaliado OU Assistência total (<25%) = 0 Máxima assistência (25 a 50%) = 1 Moderada assistência (50 a 75%) = 2 Mínima assistência (>75%) OU Supervisão = 3	
	Equilíbrio estático uma vez estabelecida a posição em pé Não avaliado OU Assistência total (<25%) = 0 Máxima assistência (25 a 50%) = 1 Moderada assistência (50 a 75%) = 2 Mínima assistência (>75%) OU Supervisão = 3	
	Transferência do leito para a cadeira OU da cadeira para o leito Não avaliado OU Assistência total (<25%) = 0 Máxima assistência (25 a 50%) = 1 Moderada assistência (50 a 75%) = 2 Mínima assistência (>75%) OU Supervisão = 3	

Nome do avaliador: Página 1	Nome do paciente ou número:	Data: Horário:
MARCHA Pontuação máxima = 3	Marcha Não avaliado OU Assistência total (<25%) = 0 Máxima assistência (25 a 50%) = 1 Moderada assistência (50 a 75%) = 2 Mínima assistência (>75%) OU Supervisão = 3	
ENDURANCE Pontuação máxima = 3	Endurance (Distância percorrida em 2 minutos, independentemente do nível de assistência exigido, incluindo períodos de descanso (em pé ou sentado), com ou sem uso de dispositivo de auxílio Incapaz de deambular OU Não avaliado = 0 Distância percorrida entre 1 - 15 metros = 1 Distância percorrida entre 15 - 30 metros = 2 Distância percorrida ≥ 30 metros = 3	
PONTUAÇÃO MÁXIMA 32	PONTUAÇÃO TOTAL	
COMENTÁRIOS:		

*Traduzido com a permissão de Perme et al.⁽¹²⁾ e Methodist Hospital. Tubo Oro-traqueal (TOT), cateter central inserido periféricamente (CCIP), Sonda de Gastrostomia Percutânea (SGP), Sonda de Jejunostomia Percutânea (SJP), Cateter Epidural (Patient Controlled Analgesia - PCA), Balão intra aórtico (BIA), dispositivo de assistência ventricular esquerda (DAVE), Terapia de substituição renal contínua (TSRC), Curativo a vácuo para feridas (VAC).

Referência: Kawaguchi YMF, Nawa RK, Figueiredo TB, Martins L, Pires-Neto RC. Perme Intensive Care Unit Mobility Score e ICU Mobility Scale: tradução e adaptação cultural para a língua portuguesa falada no Brasil. J Bras Pneumol. 2016;42(6):429-434. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-37562015000000301>

ANEXO 3 – Escore do *Medical Research Council* (MRC)**Tabela 1 – *Escore do Medical Research Council* (MRC)****Movimentos avaliados**

- Abdução do ombro
- Flexão do cotovelo
- Extensão do punho
- Flexão do quadril
- Extensão do joelho
- Dorsiflexão do tornozelo

Grau de força muscular

- 0 = Nenhuma contração visível
- 1 = Contração visível sem movimento 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

Referência: De Jonghe B, Sharshar T, Lefaucheur JP, Outin H. Critical illness neuromyopathy. Clin Pulm Med. 2005;12(2):90-6.

G934m	<p>Guerra Jorge Luís. Músculos respiratórios, músculos esqueléticos e capacidade funcional de pacientes críticos: métodos de avaliação: avaliação da capacidade funcional dos músculos respiratórios e esqueléticos em pacientes críticos / Jorge Luís Guerra. -- São Carlos: UFSCar, 2023.</p>
	47 f.
	<p>Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, Campus São Carlos, São Carlos Orientador (a): Maurício Jamami</p>
	<p>1. Fisioterapia respiratória. 2. Dinamômetro. 3. Sistema musculoesquelético. 4. Ventilador mecânico. 5. Capacidade funcional. 6. Pacientes críticos. I. Título.</p>
	<p>CDD – 615.836 (20ª) CDU – 61</p>

Ficha catalográfica elaborada na Biblioteca Comunitária da UFSCar
Bibliotecário responsável: Luciana T. R. V. Sebin - CRB/8 6031