



PROGRAMA
DE CIÊNCIAS
DA REABILITAÇÃO

CENTRO UNIVERSITÁRIO AUGUSTO MOTTA

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Reabilitação

Mestrado Acadêmico em Ciências da Reabilitação

KARINA REIS DA SILVA

CORRELAÇÃO ENTRE FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA,
MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA
EM INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR

RIO DE JANEIRO

2024

Autorizo a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio, convencional ou eletrônico, para fins de estudo e de pesquisa desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pelo Sistema de bibliotecas e
Informação - SBI - UNISUAM

610.28 Silva, Karina Reis da

S586c Correlação entre força muscular respiratória mobilidade diafragmática e nível de atividade física em indivíduos com lesão medular / Karina Reis da Silva. Rio de Janeiro, 2024.

100p.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação). Centro Universitário Augusto Motta, 2024.

1. Lesões da medula espinhal. 2. Diafragma 3. Ultrassonografia. 4. Função pulmonar. 5. Atividade física. Título.

CDD 22.ed.

KARINA REIS DA SILVA

CORRELAÇÃO ENTRE FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA,
MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA
EM INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, do Centro Universitário Augusto Motta, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Linha de Pesquisa: Reabilitação no Esporte e no Esporte Adaptado.

Orientador: Patrícia dos Santos Vigário.

RIO DE JANEIRO

2024

KARINA REIS DA SILVA

CORRELAÇÃO ENTRE FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, MOBILIDADE
DIAFRAGMÁTICA E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EM INDIVÍDUOS COM
LESÃO MEDULAR

Examinada em: 15/02/2024



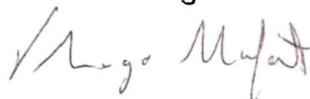
Prof^a. Dra. Patrícia dos Santos Vigário

Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM



Prof. Dr. Agnaldo José Lopes

Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM



Prof^a. Dr. Thiago Thomaz Mafort

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

RIO DE JANEIRO

2024

KARINA REIS DA SILVA

CORRELAÇÃO ENTRE FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA,
MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA
EM INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, do Centro Universitário Augusto Motta, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Linha de Pesquisa: Reabilitação no Esporte e no Esporte Adaptado.

Orientador: Patrícia dos Santos Vigário.

RIO DE JANEIRO

2024

Aos meus pais que trabalharam incessantemente para que eu tivesse mais oportunidades do que eles e que mesmo sem conhecerem o voo, me deram asas.

Agradecimentos

Ao meu namorado, Leandro, por sonhar junto, pelo cuidado, paciência e suporte nos bastidores.

Aos pais que a espiritualidade me deu, Natalia e Paulo, por zelarem por mim e se fazerem porto seguro.

À Larissa por ser a melhor dupla de trabalho e estudos que eu poderia ter, por compartilhar conquistas e derrotas.

Ao Lucas e a Rayanne pela parceria e amizade, por serem meus braços e pernas durante a fase de coleta.

À minha orientadora, Prof^a. Dra. Patrícia Vigário, por todo suporte nessa caminhada, pelo cuidado, e por ser inspiração.

Aos professores Dr. Arthur Ferreira, Dr. Agnaldo Lopes e Dr. Thiago Mafort por todo o suporte nessa fase, por se colocarem a disposição e pelo conhecimento compartilhado.

À Joana Acar pela parceria e colaboração com coletas e trabalhos e pelo conhecimento compartilhado.

À Cinara, Vilma e Maria pelo carinho, cuidado e suporte nos dias de coleta.

A todos os alunos do CFA que me motivam e fazem o trabalho valer a pena.

A todos os participantes voluntários da pesquisa que confiaram em mim e fizeram o projeto acontecer.

Resumo

A lesão medular (LM) causa prejuízos significativos na saúde dos indivíduos, podendo ter consequências em diferentes sistemas do corpo, incluindo o respiratório. O grau de acometimento das funções depende, entre diversos fatores, do nível do segmento da coluna que foi afetado. **Objetivo:** Verificar se existe correlação associação entre função diafragmática e força muscular respiratória em pessoas com LM. **Métodos:** Estudo seccional com 33 pessoas com LM entre T1 e L2. Para a avaliação da função diafragmática foram feitas as medidas de mobilidade diafragmática em volume corrente (cm) e máxima (cm), e fração de espessamento (ultrassonografia). A força muscular respiratória foi avaliada pelas medidas das pressões inspiratória ($PI_{máx}$; cmH₂O) e expiratória ($PE_{máx}$; cmH₂O) máximas (manovacuometria). Foram calculados o coeficiente de correlação de Pearson para identificar a correlação entre as variáveis de desfecho e as variáveis independentes. Modelos de regressão linear foram feitos para investigar a influência da força muscular respiratória na função diafragmática. **Resultados:** A fração de espessamento não se correlacionou com nenhuma das variáveis independentes consideradas no estudo. A $PI_{máx}$ apresentou correlação negativa média e estatisticamente significativa com a mobilidade diafragmática máxima ($r = -0,375$; $p = 0,031$) e correlação negativa grande e estatisticamente significativa com a mobilidade diafragmática em volume corrente ($r = -0,558$; $p = 0,001$). O resultado da regressão linear demonstrou que pode ser assumido que há uma influência significativa da $PI_{máx}$ na mobilidade diafragmática máxima ($F(1, 31) = 5,084$, $p = 0,031$; $R^2 = 0,141$), tal como também demonstrado para a mobilidade diafragmática em volume corrente ($F(1, 31) = 14,025$, $p = 0,001$; $R^2_{ajustado} = 0,311$). **Conclusão:** Em pessoas com LM a força muscular inspiratória está correlacionada com mobilidade diafragmática máxima e em volume corrente, mas não com a fração de espessamento.

Palavras-chave: lesões da medula espinhal; diafragma; ultrassonografia; função pulmonar; atividade física. (<http://decs.bvs.br/>).

Abstract

Spinal cord injury (SCI) causes significant health damage to individuals and can have consequences for different body systems, including the respiratory system. The degree of impairment of functions depends, among several factors, on the level of the spinal segment that was affected. Objective: To verify whether there is a correlation between diaphragmatic function and respiratory muscle strength in individuals with SCI. Methods: Cross-sectional study with 33 individuals with SCI between T1 and L2. To assess diaphragmatic function, measurements of diaphragmatic mobility in tidal volume (cm) and maximum volume (cm), and thickening fraction (ultrasonography) were taken. Respiratory muscle strength was assessed by measuring maximum inspiratory (MIP; cmH₂O) and expiratory (MEP; cmH₂O) pressures (manovacuometry). Pearson's correlation coefficient was calculated to identify the correlation between the outcome variables and the independent variables. Linear regression models were created to investigate the influence of respiratory muscle strength on diaphragmatic function. Results: The thickening fraction did not correlate with any of the independent variables considered in the study. MIP showed a medium and statistically significant negative correlation with maximum diaphragmatic mobility ($r = -0.375$; $p = 0.031$) and a large and statistically significant negative correlation with diaphragmatic mobility in tidal volume ($r = -0.558$; $p = 0.001$). The result of the linear regression demonstrated that it can be assumed that there is a significant influence of MIP in maximum diaphragmatic mobility ($F(1, 31) = 5.084$, $p = 0.031$; $R^2 = 0.141$), as also demonstrated for diaphragmatic mobility in tidal volume ($F(1, 31) = 14.025$, $p = 0.001$; adjusted $R^2 = 0.311$). Conclusion: In people with SCI, inspiratory muscle strength is correlated with maximal diaphragmatic mobility and tidal volume, but not with thickening fraction.

Keywords: spinal cord injuries; diaphragm; ultrasound; lung function; physical activity. (<http://decs.bvs.br/>).

Lista de Figuras

Figura 1: Ultrassonografia das hemicúpidas diafragmáticas.....35

Lista de quadros e tabelas

Quadro 1: Escala de comprometimento da ASIA.....	14
--	----

Lista de abreviaturas e siglas

ASIA- *American Spinal Injury Association*

CIAD - Centro Integrado de Atenção ao Deficiente

CPT- Capacidade pulmonar total

CV- Capacidade vital

FPAF- Ferimentos por armas de fogo

HUPE- Hospital Universitário Pedro Ernesto

IPAQ- *International Physical Activity Questionnaire* – Questionário internacional de atividade física

LCR- Líquido cefalorraquidiano

LM- Lesão medular

MCT- Massa corporal total

OMS- Organização Mundial da Saúde

ONU- Organização das Nações Unidas

PE_{máx}- Pressão expiratória máxima

PE_{máx}CPT- Pressão expiratória máxima medida quando o volume de gás contido nos pulmões é a capacidade pulmonar total

PHF- Plano horizontal de Frankfurt

PI_{máx}- Pressão inspiratória máxima

PI_{máx}VR- Pressão inspiratória máxima medida quando o volume de gás contido nos pulmões é o volume residual

SNA- Sistema nervoso autônomo

SNC- Sistema nervoso central

SNP- Sistema nervoso periférico

TCLE- Termo de consentimento livre e esclarecido

TRM- Trauma raquimedular

US- Ultrassonografia

VO₂^{máx} – Volume máximo de oxigênio

VO₂^{pico} – Pico de volume de oxigênio

ZA- Zona de aposição

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE QUADROS E TABELAS.....	XI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XII
PARTE I – PROJETO DE PESQUISA	9
CAPÍTULO 1 REVISÃO DE LITERATURA	10
1.1 INTRODUÇÃO.....	10
1.2 LESÃO MEDULAR	12
1.3 FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA	17
1.4 MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA	19
1.5 ATIVIDADE FÍSICA E LESÃO MEDULAR.....	23
1.6 JUSTIFICATIVAS.....	27
1.6.1 <i>Relevância para as Ciências da Reabilitação.....</i>	<i>27</i>
1.6.2 <i>Relevância para a Agenda de Prioridades do Ministério da Saúde.....</i>	<i>28</i>
1.6.3 <i>Relevância para o Desenvolvimento Sustentável.....</i>	<i>28</i>
1.7 OBJETIVOS	29
1.7.1 <i>Primário/Geral</i>	<i>29</i>
1.7.2 <i>Secundários/Específicos.....</i>	<i>29</i>
1.8 HIPÓTESES	29
CAPÍTULO 2 PARTICIPANTES E MÉTODOS.....	31
2.1 ASPECTOS ÉTICOS.....	31
2.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO	31
2.2.1 <i>Local de realização do estudo.....</i>	<i>31</i>
2.3 AMOSTRA	31
2.3.1 <i>Critérios de inclusão.....</i>	<i>32</i>
2.3.2 <i>Critérios de exclusão.....</i>	<i>32</i>
2.4 PROCEDIMENTOS/METODOLOGIA.....	32
2.4.1 <i>Caracterização demográfica, antropométrica e deficiência</i>	<i>33</i>
2.4.2 <i>Força muscular respiratória.....</i>	<i>34</i>
2.4.3 <i>Ultrassonografia diafragmática.....</i>	<i>35</i>
2.4.4 <i>Nível de atividade física.....</i>	<i>37</i>
2.5 DESFECHOS.....	38
2.5.1 <i>Desfecho primário</i>	<i>38</i>
2.5.2 <i>Desfecho secundário.....</i>	<i>38</i>
2.6 ANÁLISE DOS DADOS	38
2.6.1 <i>Tamanho amostral (cálculo ou justificativa)</i>	<i>38</i>
2.6.2 <i>Variáveis de controle</i>	<i>38</i>
2.6.3 <i>Variáveis de confusão</i>	<i>39</i>
2.6.4 <i>Análise estatística.....</i>	<i>39</i>
REFERÊNCIAS	40

APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	45
ANEXO 1- PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	47
ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO PARA A CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA E DEFICIÊNCIA	51
ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE - IPAQ) – VERSÃO CURTA	54
ANEXO 4 – CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA PELO INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE – IPAQ.....	57
PARTE II – PRODUÇÃO INTELECTUAL	59
CONTEXTUALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	60
DISSEMINAÇÃO DA PRODUÇÃO.....	61
MANUSCRITO(S) PARA SUBMISSÃO.....	69
3.1 CORRELAÇÃO ENTRE FUNÇÃO DIAFRAGMÁTICA E FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM PESSOAS COM LESÃO MEDULAR	70
3.1.1 <i>Contribuição dos autores do manuscrito para submissão #1</i>	<i>70</i>

PARTE I – PROJETO DE PESQUISA

Capítulo 1 Revisão De Literatura

1.1 Introdução

A lesão medular (LM) ou trauma raquimedular (TRM) é um dano grave gerado na medula espinhal, principal canal de troca de informações entre o cérebro e o corpo. A lesão pode ser caracterizada por uma interrupção parcial ou total da medula e envolver danos neurológicos, acometendo a parte motora, sensorial e autonômica do indivíduo abaixo do nível da lesão. O grau de acometimento das funções depende do nível do segmento da coluna que foi afetado e das características da lesão, podendo ter impacto em diferentes sistemas do corpo, incluindo o cardiorrespiratório (CARVALHO et al., 2014; FEHLINGS et al., 2017; LEMOS et al., 2020).

A lesão pode ter origem traumática, ou seja, ocasionada por ferimentos por arma de fogo (FPAF) e outras formas de violência, acidentes automobilísticos, mergulho em águas rasas e quedas, e origem não traumática, que incluem como causas infecções, tumores, hérnias, doenças congênitas, doenças degenerativas e outros (LEE et al., 2014; VENKATESH et al., 2019).

Estima-se que a incidência mundial de LM é de 15 a 40 casos por milhão de habitantes no ano, ou seja, cerca de 250.000 a 500.000 novos casos por ano. No Brasil, estima-se que ocorra a cada ano, mais de 10 mil casos novos de LM, sendo a maioria de origem traumática com aproximadamente 80% de prevalência no sexo masculino. Como a LM traumática não está sujeita à notificação, não existem dados fidedignos a respeito dessa condição e o coeficiente de incidência é desconhecido. A ausência de dados sistematizados dificulta a caracterização sociodemográfica, o que compromete tanto as análises de demandas por cuidado quanto a avaliação das ações e serviços de prevenção secundária (BRASIL, 2015; WHO, 2013).

Os dados são limitados tanto a respeito da extensão da LM quanto a respeito dos custos para o indivíduo e para o governo, sendo essas informações mais escassas em países em desenvolvimento. Entretanto, sabemos que é uma condição com alto custo financeiro, com a necessidade de serviços especializados de cuidado e de reabilitação e com um risco de mortalidade que varia copiosamente pelo *status*

de renda do país (BALDASSIN; LORENZO; SHIMIZU, 2018; LO; CHAN; FLYNN, 2021).

Além do alto custo financeiro, o TRM pode ter consequências devastadoras para o indivíduo e sua família, comprometendo a qualidade de vida e reduzindo a autonomia da pessoa que sofre a lesão, ambos por diferentes fatores (LEE et al., 2014). Entre as consequências implicadas na saúde da pessoa que foi lesionada, pode ocorrer disfunção termorreguladora, bexiga e intestino neurogênicos, alterações na circulação sanguínea, alterações metabólicas, alterações cardiovasculares e disfunções respiratórias (BRASIL, 2015; LEMOS et al., 2020).

A disfunção respiratória pode ser caracterizada pela paralisia total ou parcial dos músculos envolvidos na inspiração e expiração (músculos intercostais, abdominais, diafragma, músculos acessórios como esternocleidomastoideo e escaleno), afetando assim a função respiratória (SANTANA; CARDENAS, 2020). Após a LM observa-se redução de força da musculatura respiratória, assim como redução da mobilidade diafragmática, o que pode favorecer o aumento de infecções respiratórias, dado pela redução da eficácia da tosse e consequentemente o aumento à propensão de reter muco (ALAJAM; ALQAHTANI; LIU, 2019). De acordo com Bezdudnaya et al., 2017, alterações respiratórias podem ser identificadas em diferentes níveis de lesão na medula, visto que existe uma grande distribuição de motoneurônios respiratórios da cervical a lombar. Entretanto, essas alterações ocorrem principalmente em lesões no segmento cervical.

Neste contexto, o diafragma desempenha um papel fundamental no processo ventilatório, sendo o principal músculo da respiração (BEZDUDNAYA et al., 2017). Por ser inervado pelos nervos frênicos provenientes das raízes nervosas de C3 a C5, as lesões que ocorrem nesses segmentos apresentam a paralisia completa ou parcial do diafragma (MALAS et al., 2019; SANTANA; CARDENAS, 2020), as lesões que ocorrem abaixo desse nível podem apresentar o acometimento da função de outros músculos respiratórios, como intercostais e abdominais (BERLOWITZ; WADSWORTH; ROSS, 2016). No processo ventilatório esses músculos trabalham juntos, de forma que a fraqueza ou paralisia de um deles pode sobrecarregar e aumentar as chances de fadiga de outro (KIM et al., 2017; SCHILERO et al., 2009). Além disso, alterações posturais podem influenciar na mobilidade do diafragma e na mecânica ventilatória (GONÇALVES et al., 2018).

A mobilidade diafragmática pode exercer influência sobre a ventilação pulmonar uma vez que uma mecânica ventilatória eficiente depende de uma relação ótima de comprimento-tensão desse músculo e de uma integração com os músculos abdominais (NASCIMENTO; FLEIG, 2020). De acordo com Paulin et al. (2007), em seu estudo com indivíduos com doença obstrutiva crônica, a redução da mobilidade diafragmática também pode reduzir a tolerância ao esforço e afetar o nível de atividade física. Entretanto, além de estudos sobre mobilidade diafragmática e força muscular respiratória em pessoas com LM serem escassos, a literatura acerca de mobilidade diafragmática não aborda sua relação com os níveis de atividade física em pessoas com LM.

É comum que pessoas com LM apresentem um comprometimento restritivo na função pulmonar, dado pela redução dos volumes e capacidades pulmonares como consequência da fraqueza ou paralisia dos músculos respiratórios e da redução na complacência da caixa torácica levando a uma menor expansão da mesma no ciclo ventilatório, todavia, essa situação pode ser agravada pela redução da atividade física nessa população (MONTESINOS-MAGRANER et al., 2016).

Entre os fatores que podem afetar a função pulmonar, o sedentarismo é um fator modificável, entretanto, somente as atividades de vida diária não são suficientes para manter ou melhorar a aptidão cardiorrespiratória, sendo fundamental o aumento dos níveis de atividade física a fim de reduzir os riscos de doenças secundárias a LM (AKKURT et al., 2017). Entende-se que a prática regular de atividade física promove benefícios na função respiratória e na saúde em geral, como na melhora da composição corporal, no perfil lipídico, na sensibilidade à insulina e na tolerância ao esforço (TWEEDY et al., 2017).

Ainda assim, há uma lacuna quanto as relações entre os parâmetros ventilatórios, características da LM e o nível de condicionamento físico. Portanto, esse estudo visa investigar a força muscular respiratória, a mobilidade diafragmática e correlacionar ambas com o nível da LM e o nível de atividade física.

1.2 Lesão Medular

Uma lesão na medula espinhal ou trauma raquimedular (TRM) pode resultar no acometimento permanente das funções motoras, sensitivas e autonômicas, a

depender dos danos gerados às estruturas neurológicas (KUMAR et al., 2018). É caracterizado como tetraplegia uma lesão que ocorre entre os segmentos C1 e C8 e como paraplegia uma lesão que ocorre a partir do segmento T1. A lesão também pode ser classificada de acordo com o tipo, podendo ser completa ou incompleta, essa classificação corresponde à funcionalidade motora e sensorial após uma lesão de acordo com a *American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale (AIS)* (TWEEDY et al., 2017). A AIS é uma escala de comprometimento criada pela ASIA (Quadro 1), com o objetivo de padronizar a classificação da LM, orientando dessa forma não só as pesquisas mas também a atuação clínica, é considerada padrão ouro internacional na avaliação da lesão. De acordo com a AIS, quando a função sensorial e/ou motora no segmento S4-S5 é preservada, a lesão é considerada incompleta, em contrapartida, a lesão é considerada completa quando não há preservação da função sensorial e/ou motora no segmento sacral (ROBERTS; LEONARD; CEPELA, 2017).

Quadro 1 – Escala de comprometimento da ASIA

Grau	Tipo de lesão	Manifestações	Recuperação
A	Completa	Ausência de função motora e sensitiva abaixo da lesão	15,5% cervical 7% torácica
B	Incompleta	Função sensitiva, mas não motora	47%
C	Incompleta	Alguma força motora	84%
D	Incompleta	Força motora	84%
E	Nenhuma	Função sensitiva, e função motora	100%

Fonte: Roberts; Leonard; Cepela (2017).

A LM possui duas fases, uma primária e uma secundária. A primeira está relacionada à lesão mecânica, ocorre morte celular direta e sangramento, observa-se o rompimento de axônios, de vasos sanguíneos e membranas celulares. A fase secundária é dividida em aguda, subaguda, intermediária e crônica. A fase aguda dura cerca de 48 horas após a lesão, num primeiro momento ocorre uma série de eventos bioquímicos que resumidamente envolvem inflamação e hemorragia dentro da substância cinzenta levando à isquemia e necrose da célula. De forma geral observa-

se disfunção vascular, edema, isquemia, processo neurodegenerativo, mudanças eletrolíticas, produção de radicais livres, inflamação e apoptose celular (KARSY; HAWRYLUK, 2019; VENKATESH et al., 2019).

Um mecanismo que resulta em perda neuronal funcional é a morte celular de neurônios e células gliais, sendo a perda de neurônios por necrose presente em todas as fases da lesão. A fase subaguda dura até 2 semanas após a lesão e tem como importante característica a fagocitose e a proliferação de astrócitos, que vão resultar na formação da cicatriz glial, um fator que limita potencialmente a regeneração de axônios (KIM; HA; KIM, 2017). Dessa forma, o manejo imediato após um TRM com intervenções precoces que podem envolver tratamentos farmacológicos e cirúrgicos são primordiais para um melhor prognóstico e resultados a longo prazo (HACHEM; AHUJA; FEHLINGS, 2017; KARSY; HAWRYLUK, 2019). Considera-se que a fase crônica da LM tem seu início após 6 meses do evento, quando já ocorreu maturação da lesão e a formação da cicatriz glial (KIM; HA; KIM, 2017). Todavia é necessário considerar um período conhecido como “choque espinal” ou “choque medular”. Imediatamente após a LM, ocorre a perda total da função motora e sensorial abaixo do nível da lesão, caracterizando o início desse período, no qual os reflexos tendinosos profundos e o reflexo esfinteriano ficam inexistentes, inviabilizando a assertividade do prognóstico (HACHEM; AHUJA; FEHLINGS, 2017).

Dave e Cho (2022) destacam a diferença entre choque espinal e choque neurogênico, este último é uma desregulação autonômica na qual são observadas alterações hemodinâmicas como hipotensão arterial, bradicardia, disreflexia autonômica e desregulação da temperatura. Em lesões acima do nível T6, o risco da ocorrência dessas alterações é maior e podem persistir por até 5 semanas. O choque neurogênico pode ser fatal e requer tratamento imediato dos sintomas. O choque espinal pode até se associar ao choque neurogênico mas é caracterizado pela flacidez dos músculos e perda de reflexos observados após a lesão da medula espinal, como dito anteriormente (DAVE; CHO, 2022; HACHEM; AHUJA; FEHLINGS, 2017).

Atualmente, o choque espinal pode ser dividido em fases, a fase 1 compreende as primeiras 24 horas, sendo marcada pela ausência de reflexos tendinosos profundos e cutâneos abaixo do nível da lesão. Entre os dias 1 e 3 após a lesão, ocorre a fase 2 sendo identificada pelo retorno inicial do reflexo

bulbocavernoso, a partir daí inicia-se um período de hiperreflexia precoce caracterizando a fase 3, na qual o aumento de sinapses promove o retorno dos reflexos tendinosos profundos (HACHEM; AHUJA; FEHLINGS, 2017).

Por último e não menos importante, ocorre a fase 4 com duração entre 1 a 12 meses após a lesão. Hiperreflexia dos reflexos cutâneos e tendinosos profundos é um forte aspecto nessa fase, assim como a espasticidade. A avaliação do choque espinhal e a compreensão de suas fases são questões importantes que podem interferir no manejo do diagnóstico e tratamento precoce, beneficiando principalmente indivíduos com lesões incompletas que podem estar mascaradas pelo choque. (HACHEM; AHUJA; FEHLINGS, 2017). Sendo assim, a determinação das sequelas geradas pela LM só pode ser pontuada de maneira precisa quando a fase de choque espinhal é cessada.

O gerenciamento do cuidado na fase crônica da LM requer tratamento multidisciplinar e/ou interdisciplinar. As alterações geradas pela lesão acometem potencialmente tanto a estrutura biomecânica do corpo quanto o desempenho autonômico, prejudicando consideravelmente a autonomia do indivíduo, reduzindo sua capacidade de executar as atividades básicas de vida diária. Além disso, observa-se a redução do nível de resiliência do organismo ao ser acometido por outras doenças, procedimentos e efeitos do próprio envelhecimento, quando comparado a indivíduos sem lesão neurológica (ONG; WILSON; HENZEL, 2020).

Complicações secundárias ao trauma podem comprometer a integridade física e mental das pessoas que sofrem uma LM. As sequelas oriundas da lesão podem variar de leves a graves, entre as mais frequentes estão os distúrbios neurogênicos vesicais e intestinais, as úlceras de pressão, espasticidade, dor neuropática, os distúrbios da função sexual, hiponatremia, trombose venosa profunda, distúrbios respiratórios, doenças metabólicas e cardiovasculares etc. A redução nos níveis de atividade física, também é um fator de risco para que pessoas que sofreram TRM tenham dislipidemia, aterosclerose, doença arterial coronariana e resistência à insulina (HILL; JÖRGENSEN; LEVI, 2021; SWEIS; BILLER, 2017).

Na LM, o que determina os déficits é a localização e a gravidade da lesão, geralmente as estruturas inervadas acima do nível da lesão permanecem com suas funções íntegras. A inervação autonômica certamente é a mais importante, visto que tem como uma de suas funções o controle de sistemas vitais incluindo o sistema

respiratório. Quanto mais alta for a lesão, maior será o comprometimento respiratório. As doenças respiratórias são as causas mais comuns de morte após o TRM. Em lesões acima de T6, ocorre alteração no fluxo simpático, aumentando secreções brônquicas e broncoconstrição. A fraqueza dos músculos inspiratórios e expiratórios com consequente tosse prejudicada e redução da produção de surfactante geram a disfunção respiratória (ONG; WILSON; HENZEL, 2020).

As lesões acima de T1 resultam no prejuízo tanto das respirações diafragmáticas como intercostais. As lesões que acontecem nos segmentos C3-C5 resultam em deservação parcial do nervo frênico prejudicando assim a ativação do diafragma e fazendo com que a maioria dos indivíduos com essa lesão necessitem de ventilação mecânica nas primeiras 48h. Nas lesões acima do nível C3 ocorre paralisia total do diafragma. Nesse caso, as pessoas lesionadas nesse segmento tornam-se dependentes do ventilador permanentemente, a menos que ocorra recuperação parcial (SWEIS; BILLER, 2017).

Pessoas com tetraplegia possuem um risco aumentado de insuficiência respiratória, pneumonia e distúrbios respiratórios do sono. Também podem ocorrer outras complicações por fatores de envelhecimento como idade dos alvéolos e alteração da capacidade vital gerando insuficiência ventilatória de início tardio. Além disso, a complacência da parede torácica e pulmonar pode apresentar restrição, e o surgimento de obesidade e cifoescoliose podem ser observáveis (ONG; WILSON; HENZEL, 2020).

Dessa forma, quando a LM entra na fase crônica o primeiro foco da reabilitação é dar suporte para que o indivíduo seja capaz de executar suas tarefas de vida diária da forma mais independente possível. O acompanhamento da pessoa lesionada deve ser contínuo ao longo da sua vida buscando identificar necessidades, disponibilizando diagnósticos quando necessário e ofertando intervenções eficientes que possibilitem não somente a prevenção de agravos à saúde, mas que gere cuidado de forma integral em todas as suas dimensões. Sendo essencial oferecer condições para que o indivíduo se adapte às novas condições e alcance novos objetivos, independente das extensas consequências que a lesão possa gerar (HILL; JÖRGENSEN; LEVI, 2021).

1.3 Força Muscular Respiratória

Um dos fatores que podem afetar a função pulmonar é a força muscular respiratória, representada tanto pela força dos músculos inspiratórios quanto dos músculos expiratórios. A redução da função desses músculos pode comprometer o volume de ar inspirado e expirado durante a ventilação, afetando dessa forma a capacidade vital (CV) (SCHILERO et al., 2009).

Para que o processo ventilatório ocorra de forma eficiente, os músculos respiratórios necessitam fazer força de contração, uma função intrínseca de seu tecido celular, influenciada pela presença ou ausência de fadiga muscular, pela relação comprimento-tensão e velocidade de encurtamento de cada fibra, o número de unidades contráteis que serão ativadas e a frequência de disparo dos motoneurônios que serão exigidos (COLMAN; BERALDO, 2010).

Durante a respiração normal, em situação de repouso, a inspiração ocorre por mecanismo ativo, através da contração dos músculos respiratórios, enquanto a expiração ocorre por meio de mecanismo passivo, através do relaxamento da musculatura inspiratória e da retração elástica dos pulmões e da caixa torácica. Entretanto, durante situações de esforço como em exercício, torna-se necessária a ação de alguns músculos para auxiliar no processo de esvaziamento torácico (HALL, 2011; KIM et al., 2017; RATNOVSKY; ELAD; HALPERN, 2008). Na inspiração ocorre principalmente a ação dos músculos diafragma e intercostais externos mas além destes, outros auxiliam no processo, como paraesternal, esternocleidomastóideo, músculos escalenos e serráteis anteriores. Na expiração em esforço, os principais músculos são o reto abdominal e os intercostais internos, e os músculos acessórios são os oblíquos e o transverso do abdome (HALL, 2011; RATNOVSKY; ELAD; HALPERN, 2008).

Na inspiração, os pulmões são expandidos e contraídos pelo movimento de subida e descida do diafragma e pela elevação e depressão das costelas. Ocorre o aumento do volume da cavidade torácica através da contração diafragmática que promove um movimento descendente do pulmão, puxando suas superfícies inferiores para baixo e da ação dos músculos intercostais que elevam as costelas aumentando o diâmetro ântero-posterior da caixa torácica (HALL, 2011; WEST, 2013). Na expiração ativa, os músculos abdominais e intercostais internos desinflam a caixa

torácica puxando-a para baixo ao mesmo tempo que comprimem o conteúdo abdominal fazendo com que o diafragma se mova cranialmente para dentro da cavidade torácica (RATNOVSKY; ELAD; HALPERN, 2008; WEST, 2013).

A fraqueza dos músculos respiratórios pode reduzir os volumes pulmonares, tendo como consequência a redução da CV e da capacidade pulmonar total (CPT), (SCHILERO et al., 2009; WEST, 2013). A paralisia total ou parcial e a fraqueza muscular dos músculos respiratórios, pode ser uma condição presente em pessoas com LM, uma vez que todas as funções abaixo do nível da lesão podem ficar comprometidas após a ocorrência do TRM, como abordado no tópico anterior (GEE et al., 2019).

Num primeiro momento, logo após a lesão, observa-se se uma resposta ventilatória com hiperinsuflação dinâmica precoce e progressiva. A longo prazo, ocorre redução da complacência da parede torácica, ou seja, redução da sua capacidade de deformação, assim como, diminuição dos volumes pulmonares (WANG; ZHANG; XU, 2020).

A fraqueza muscular respiratória acentua as chances do indivíduo que sofreu a lesão desenvolver doenças respiratórias mais graves, reduz a capacidade de tossir e expectorar o escarro e aumenta a suscetibilidade a pneumonia e outras infecções, sendo a doença cardiopulmonar uma das causas mais comuns de morbidade em pessoas com LM. Além disso, a força ventilatória reduzida aumenta a fadiga muscular periférica, os indivíduos podem se cansar com mais facilidade durante o exercício, tolerar menos o esforço afetando dessa forma o desempenho atlético e o desempenho em tarefas de vida diária (DAWKINS; CURRY, 2019; KIM et al., 2017; WANG; ZHANG; XU, 2020).

Portanto, o acompanhamento da função pulmonar e a avaliação da musculatura respiratória tanto em atletas quanto não atletas assume um papel fundamental, não somente no que tange a preservação da vida, mas também na melhoria da qualidade de vida e até mesmo da performance esportiva quando for o caso, visto que avaliar é uma importante ação para determinação de diagnósticos, facilitando o processo de tomada de decisão e possibilitando a adoção de estratégias no cuidado terapêutico ou treinamento físico (GEE et al., 2019; KIM et al., 2017; WANG; ZHANG; XU, 2020).

No sistema respiratório, tanto a pressão quanto a mudança do volume pulmonar ou o deslocamento da parede torácica são geralmente usados para estimar a força dos músculos respiratórios, seu comprimento varia conforme o volume pulmonar muda. As medidas de pressões são amplamente utilizadas para avaliação da força global dos músculos respiratórios (BESSA; LOPES; RUFINO, 2015; RATNOVSKY; ELAD; HALPERN, 2008). A força se exerce em dois sentidos, na inspiração (pressão negativa), pressão inspiratória máxima ($PI_{m\acute{a}x}$); e na expiração (pressão positiva), pressão expiratória máxima ($PE_{m\acute{a}x}$). A $PI_{m\acute{a}x}$ contempla a força inspiratória combinada de todos os músculos inspiratórios e a $PE_{m\acute{a}x}$ para os músculos expiratórios. Tanto uma quanto outra, são muito sensíveis ao volume pulmonar absoluto, sendo o índice mais utilizado, confiável e não invasivo para avaliar a força dos músculos respiratórios, sendo um método prático de avaliação clínica (BESSA; LOPES; RUFINO, 2015; WANG; ZHANG; XU, 2020).

Sendo assim, a realização dessas medidas possibilita ao avaliador a oportunidade de identificar e quantificar possíveis alterações que possam acometer a força da musculatura respiratória, e assim classificar possíveis disfunções como, fraqueza, fadiga ou falência muscular respiratória.

1.4 Mobilidade Diafragmática

O diafragma é um músculo que possui uma estrutura em forma de cúpula composto pelo centro tendinoso e pela porção muscular periférica que circunda o tendão central. Essa estrutura realiza a maior parte do trabalho durante a respiração, sendo considerado o principal músculo do processo ventilatório e respondendo por 70% do volume de ar inspirado durante a respiração normal (FAYSSOIL et al., 2018; MALAS et al., 2019; SANTANA; CARDENAS, 2020).

Cada hemi-diafragma é dividido em duas partes funcionalmente, uma parte crural, que é medial e provém das vértebras lombares (L2-L4) e ligamentos associados, responsável pelo deslocamento da porção posterior, e uma parte costal, que provoca o deslocamento da porção anterior, é lateral e origina-se na face interna das seis costelas inferiores constituindo a ZA (FAYSSOIL et al., 2018; SANTANA; CARDENAS, 2020).

Durante uma respiração normal, o diafragma se contrai e a contração das fibras inerentes a ZA puxam a cúpula central para baixo, reduzindo a pressão pleural, promovendo um gradiente de pressão entre a atmosfera e os alvéolos, possibilitando a entrada de ar nos pulmões. Ao mesmo tempo que aumenta a pressão abdominal. Na inspiração, a contração diafragmática associada com o trabalho dos músculos intercostais externos levanta a caixa torácica inferior aumentando a distância lateral entre as costelas inferiores causando movimentos para frente (isto é, de braço de bomba) e para fora (isto é, de alça de balde) (FAYSSOIL et al., 2018; SANTANA; CARDENAS, 2020; WEST, 2013).

Na expiração, o movimento é passivo e ocorre em virtude da capacidade elástica do aparelho respiratório. Todavia, durante a tosse ou expiração forçada ou em exercício, os músculos expiratórios são solicitados atuando na condução do volume expiratório final, eles empurram a parede abdominal para dentro, fazendo com que as cúpulas do diafragma se desloquem para cima, e o músculo então relaxe, alterando a pressão na cavidade abdominal, gerando uma pressão positiva na cavidade torácica, que expulsa o ar dos pulmões (FAYSSOIL et al., 2018; SANTANA; CARDENAS, 2020; WEST, 2013).

O movimento do diafragma durante o ciclo respiratório é chamado de excursão diafragmática, sendo de extrema importância para uma mecânica pulmonar efetiva, para tal é necessário se mova plenamente em relação a seu comprimento e tensão e que ocorra interação eficiente com os músculos abdominais. Na respiração normal, o nível do diafragma se move cerca de 1 cm e pode chegar a 10cm na respiração forçada (BRÜGGEMANN et al., 2018; NASCIMENTO; FLEIG, 2020; WEST, 2013).

A respiração e seu padrão rítmico é mediada pelos centros de controle do SNC, formados pelo bulbo e pela ponte do tronco encefálico, que recebem informações do córtex, dos quimiorreceptores, dos receptores pulmonares e de outros, coordenam essas informações e respondem com impulsos nervosos através de vias eferentes aos músculos respiratórios que desencadeiam a ventilação (SANTANA; CARDENAS, 2020; WEST, 2013).

Para que os músculos respiratórios produzam contração a fim de promover a ventilação, é necessário que a ocorra a estimulação adequada dos centros de controle por meio de suas respectivas inervações. A inervação do diafragma é proveniente nos nervos frênicos das raízes nervosas de C3 a C5. Existem dois nervos frênicos, um

esquerdo e um direito que passa entre o pulmão e o coração até chegar aos hemidiafragmas enervando-os ipsilateralmente. A função do diafragma pode ser alterada na presença de doenças que danifiquem o próprio músculo ou por condições que afetem o eixo neuromuscular (centros cerebrais, nervo frênico ou transmissão neuromuscular) (FAYSSOIL et al., 2018; SANTANA; CARDENAS, 2020).

A LM é uma condição na qual pode ser observada redução da excursão diafragmática ou paralisia do músculo, dependendo do nível e da gravidade da lesão. Uma vez que as funções abaixo do segmento lesado ficam comprometidas, quanto mais alto for o nível da lesão, maior será o comprometimento. Nas lesões que ocorrem nos segmentos cervicais até C5, o diafragma sofre paralisia total ou parcial (GUZEL et al., 2022; ONG; WILSON; HENZEL, 2020).

Apesar das alterações em lesões cervicais apresentarem maior gravidade, a excursão diafragmática também pode ser alterada se houver prejuízo funcional nos outros músculos que atuam na respiração, uma vez que a integração e coordenação entre esses músculos é um fator que também influencia na mecânica ventilatória (BRÜGGEMANN et al., 2018; SCHILERO et al., 2009; WEST, 2013). Quando a lesão acontece abaixo dos segmentos dos nervos frênicos, os músculos expiratórios podem ter sua função prejudicada e dessa forma afetar a função do diafragma (ZHU et al., 2021). Logo, essas alterações podem ocorrer em níveis diferentes da lesão, entre os segmentos cervicais e lombares, porque além de uma ampla distribuição de motoneurônios respiratórios ao longo desses segmentos (BEZDUDNAYA et al., 2017), a alteração postural observada em indivíduos com LM também pode afetar a mobilidade diafragmática (GONÇALVES et al., 2018).

A disfunção do diafragma pode acarretar dispneia e outras complicações respiratórias. E avaliar a mobilidade diafragmática torna-se importante para a compreensão de alterações desencadeadas por doenças neuromusculares ou por disfunções de outras origens que possam comprometer de alguma forma a função pulmonar, afetando a saúde dos indivíduos, como no caso de pessoas com LM (BRÜGGEMANN et al., 2018; ZEITOUNE et al., 2020).

Existem algumas ferramentas que possibilitam a avaliação da função diafragmática, como eletromiografia diafragmática, fluoroscopia, condução do nervo frênico e medidas de pressão transdiafragmática, entretanto, são ferramentas que apresentam limitações, por serem invasivas, utilizarem radiação ionizante e

necessitarem de transporte até o local do exame. Dessa forma, a ultrassonografia (US) se apresenta como uma ferramenta interessante, de baixo risco, baixo custo, acessível e não invasiva, sendo descrita na literatura como ferramenta de avaliação da excursão do diafragma desde 1990 até hoje, sofrendo influências positivas com o avanço da ciência e tecnologia, sendo possível avaliar a espessura, o movimento e o espessamento do músculo (VETRUGNO et al., 2019; ZEITOUNE et al., 2020).

A avaliação diafragmática por meio da US é amplamente relatada em estudos que avaliam a mobilidade diafragmática em pessoas saudáveis ou com alguma doença. Todavia, são poucos os estudos que realizaram essa avaliação em pessoas com LM (BRÜGGEMANN et al., 2018; MALAS et al., 2019). Em 2019, um grupo de pesquisadores compararam a mobilidade e a espessura do diafragma entre indivíduos com mais de um ano de lesão em C4-C5 e indivíduos sem lesão utilizando a US como instrumento de avaliação, além disso, buscaram correlacionar a US diafragmática e a função pulmonar. Os autores identificaram um aumento significativo da excursão diafragmática durante a respiração tranquila nos indivíduos com lesão, assim como, um comprometimento significativo da função pulmonar. Nesse estudo, os autores também encontraram correlação entre US do diafragma e a função pulmonar (ZHU et al., 2019).

Malas et al. (2019) buscaram investigar a espessura do diafragma nas provas de função pulmonar em pacientes com diferentes níveis de LM (C2-L2) e também utilizaram a US. E constataram que apesar dos indivíduos com LM alta terem uma capacidade contrátil do diafragma menor, eles tinham músculos do diafragma mais espessos em comparação com os indivíduos sem lesão.

Zhu et al. (2021) utilizaram a US do diafragma para avaliar a espessura e o movimento do músculo em pessoas com LM com duração da doença inferior a 1 ano, identificando uma excursão diafragmática maior no final da respiração normal em pessoas com lesão cervical baixa em comparação com pessoas sem deficiência (ZHU et al., 2021). Outros estudos (CHARCO-ROCA; SIMÓN-POLO; CUESTA-MONTERO, 2021; GUZEL et al., 2022; HARDY; WALKER; SAWYER, 2009) tiveram como método de avaliação diafragmática, a US. No entanto, nenhum deles buscou correlacionar a mobilidade diafragmática com a função pulmonar e o nível de lesão, achados esses que podem auxiliar em programas de reabilitação e treinamento para pacientes com LM.

1.5 Atividade Física e Lesão Medular

A LM é uma condição que afeta demasiadamente a capacidade funcional da pessoa interferindo na sua autonomia e capacidade de executar suas tarefas de vida diária. Tarefas que são consideradas cotidianas para pessoas que não possuem deficiência deixam de fazer parte da realidade da maioria das pessoas que sofreram TRM. Os comprometimentos funcionais variam de pessoa para pessoa, o que depende tanto da gravidade da lesão quanto de outras questões biopsicossociais, mas podem afetar vários graus de dependência e levar a um quadro de incapacidade funcional (CARVALHO et al., 2014; TWEEDY et al., 2017).

A literatura vem evidenciando efeitos deletérios para a saúde da população em geral, como aumento da glicose e insulina, aumento da circunferência da cintura, aumento dos triglicerídeos e de marcadores inflamatórios, alterações musculares e ósseas induzidas pelo desuso, criando um conjunto de fatores de risco cardiometabólicos e musculoesqueléticos oriundos do comportamento sedentário, ou seja, comportamento que envolve ações e atitudes de baixo custo energético, como permanecer sentado ou deitado por longos períodos, negligenciando episódios de movimento durante o dia, ainda que de curta duração (RIMMER; SCHILLER; CHEN, 2012).

Nessa perspectiva, o conhecimento das consequências do comportamento sedentário para a saúde é uma grande preocupação para pessoas com deficiências físicas. Indivíduos com LM são profundamente inativos e por isso possuem um risco aumentado de doenças que podem ser evitáveis, sendo o exercício uma das ferramentas mais eficientes no que tange a redução desse risco (RIMMER; SCHILLER; CHEN, 2012; TWEEDY et al., 2017).

O nível de atividade física de pessoas com deficiência é muito inferior comparado ao nível de pessoas sem deficiência, e pessoas com LM possuem um nível de atividade física inferior até mesmo comparado com pessoas com outras deficiências. No Brasil, estima-se que 54% das pessoas sem deficiência são fisicamente ativas, enquanto na população com deficiência esse percentual é de apenas 14%. (RIMMER; SCHILLER; CHEN, 2012; SOUTO et al., 2021; VAN DER SCHEER et al., 2017).

Um estilo de vida fisicamente ativo é altamente recomendado para a população em geral, sendo os benefícios muito bem documentados. Quando se trata de indivíduos usuários de cadeira de rodas, essa recomendação é ainda mais importante. A adoção da prática regular de exercícios por pessoas em cadeiras de rodas não é algo fácil, principalmente se a prática antes da lesão não era um hábito e isso pode ser influenciado por diversos fatores que são considerados possíveis determinantes da atividade física em pessoas com LM, como fatores ambientais, sociais, psicológicos e físicos, além de questões sociodemográficas (VAN DEN AKKER et al., 2020).

Além de alguns fatores relacionados ao controle autonômico do SNC, a redução do nível de atividade física em indivíduos com LM, é um fator que também repercute na redução da funcionalidade de diferentes sistemas do corpo, como cardiovascular, respiratório e musculoesquelético, aumentando as chances do desenvolvimento de doenças crônicas em idade mais precoce e apresentando maior gravidade, quando comparadas às pessoas sem lesão (SOUTO et al., 2021).

As doenças cardiopulmonares fazem parte das causas mais frequentes de morbidade e mortalidade na LM, e podem surgir secundariamente à LM, associada ao sedentarismo e descondicionamento. Tais condições são fatores de risco consideráveis para trombose venosa profunda, resistência à insulina e diabetes, alterações da pressão arterial, alterações do perfil lipídico, alterações do ritmo e resposta cardiopulmonar ao exercício (AKKURT et al., 2017).

A morte do motoneurônio e a deservação muscular provocada pela lesão gera a perda ou redução dos estímulos aos músculos esqueléticos levando a uma atrofia muscular e perda de massa óssea nas áreas imobilizadas que pode resultar numa alteração do metabolismo basal, somando-se a isso, os baixos níveis de atividade física podem provocar um aumento do percentual de gordura com redução da massa magra livre de gordura, contribuindo para o desenvolvimento da síndrome metabólica (SOUTO et al., 2021).

Um estilo de vida inativo também pode resultar em fadiga, angústia, baixa vitalidade e distúrbios do sono e conseqüentemente levam a um estilo de vida ainda mais inativo gerando um ciclo de descondicionamento. A única forma de quebrar esse ciclo é a adoção de um estilo de vida mais ativo (VAN DEN AKKER et al., 2020). As atividades comuns de vida diária são insuficientes para manutenção ou melhora da

aptidão cardiorrespiratória, enquanto que o aumento da atividade física reduz o risco de agravos secundários a LM, sendo de extrema importância o incentivo à prática de exercícios físicos e adoção de um estilo de vida mais ativo (AKKURT et al., 2017).

A atividade física é qualquer atividade que faz com que o músculo esquelético produza movimento e gere gasto calórico, não sendo portanto, uma atividade sistematizada, representando as atividades de vida diária e lazer (TWEEDY et al., 2017). Nesse sentido, o exercício é definido como atividade física planejada, estruturada e repetitiva que tem como objetivo o aumento ou manutenção da aptidão física (VAN DER SCHEER et al., 2017).

O exercício aeróbio assume grande importância na melhora da aptidão física e da saúde cardiometabólica em indivíduos com LM crônica, melhorando também a independência em suas atividades de vida diária, com maior tolerância ao esforço, facilitando assim a execução de tarefas que para eles são básicas, como realização de transferências e autocuidados, além de promover um aumento na autoestima, o que repercute positivamente em sua saúde mental. A mobilização prejudicada e a redução da capacidade funcional afetam o bem-estar psíquico e social dessas pessoas, fazendo com que elas apresentem uma qualidade de vida menor em comparação com pessoas que não sofreram a lesão. Nesse sentido, o exercício físico pode favorecer uma melhora da qualidade de vida (AKKURT et al., 2017).

Os benefícios que o exercício físico pode promover à saúde são concludentes e incluem melhora da composição corporal, do perfil lipídico e densidade mineral óssea, assim como a redução de risco de doença cardiometabólica e osteoporose (VAN DER SCHEER et al., 2017). Uma questão importante que deve ser levada em consideração é que grande parte das pessoas com LM não conseguem se envolver em exercícios com membros inferiores. Portanto, utilizam os membros superiores tanto para as tarefas básicas como locomoção, quanto para o treinamento físico, como por exemplo, exercício aeróbio com cicloergômetros de membros superiores, tendo assim uma resposta cardiovascular menor comparado ao exercício com membros inferiores. Ainda assim, as adaptações fisiológicas alcançadas com os exercícios realizados com os membros superiores podem permitir que indivíduos com LM atinjam um consumo de oxigênio de pico (VO_{2pico}) acentuado, todavia, em indivíduos sedentários, quanto mais alta for a lesão menor será a quantidade de massa muscular

e conseqüentemente menor capacidade oxidativa, menor consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$) e menor gasto calórico no exercício (TWEEDY et al., 2017).

Além disso, indivíduos com lesões mais altas podem apresentar capacidade vasoconstritora simpática reduzida, diminuindo o retorno venoso e com isso, reduzindo o volume sistólico que não aumenta na mesma proporção que uma pessoa sem lesão. Em níveis submáximos de exercício, o aumento da frequência cardíaca pode manter o débito cardíaco como mecanismo compensatório, mas o mesmo não ocorre em exercício máximo e, portanto, a capacidade máxima de exercício é reduzida. Uma outra questão é que a altura da lesão também pode afetar a função respiratória, reduzindo a capacidade de exercício. Indivíduos com tetraplegia possuem aproximadamente 60% dos valores normais da função respiratória, enquanto a maioria dos indivíduos com paraplegia possuem a função respiratória normal ou próxima do normal. No entanto, o exercício é capaz de melhorar a aptidão cardiorrespiratória e musculoesquelética promovendo melhores repostas ao exercício mesmo em indivíduos tetraplégicos (TWEEDY et al., 2017).

Rimmer, Schiller e Chen (2012) identificaram que pessoas com deficiência tendem a realizar um volume de atividade física reduzido, tanto em relação ao trabalho quanto atividades de casa, sendo mais propensos ao comportamento sedentário ao longo do dia. Os autores descrevem alguns fatores que acentuam a redução significativa do nível de atividade física nessas pessoas, como o uso de tecnologias assistidas para locomoção; os estereótipos sobre a deficiência e o desconhecimento dos profissionais e familiares acerca dos riscos de inatividade fazendo com os mesmos superprotejam essas pessoas; a percepção da necessidade de conservar a energia para evitar a fadiga; limitações e restrições de oportunidades para realização de atividades domésticas de rotina etc.

Por fim, identificam-se barreiras sociais, econômicas e ambientais que afastam as pessoas com lesão neuromuscular de um estilo de vida ativo reduzindo sua saúde e bem-estar geral (RIMMER; SCHILLER; CHEN, 2012). Quando na verdade, é fundamental que esses indivíduos tenham acesso à atividade física em diversos contextos.

1.6 Justificativas

Indivíduos com LM podem apresentar redução da mobilidade diafragmática, da função pulmonar e do nível de atividade física. Tais fatores e a interação deles podem interferir diretamente na saúde dessa população, entretanto, estudos que investigaram a correlação dessas variáveis ainda são escassos. Dessa forma, os resultados que serão encontrados podem agregar no conhecimento dos profissionais da área da saúde, como por exemplo, médicos, fisioterapeutas e profissionais de educação física, favorecendo a adoção de estratégias e recursos para a avaliação, tratamento e treinamento desses indivíduos.

1.6.1 Relevância para as Ciências da Reabilitação

Esta pesquisa possui relevância na área das Ciências da Reabilitação em diversas vertentes, a destacar: (i) contribui para aumento da produção científica brasileira na área; (ii) contribui para o melhor conhecimento de aspectos funcionais, mais precisamente relacionados ao sistema respiratório, de indivíduos com LM, população que possui uma série de limitações físicas e emocionais e (iii) contribui para a discussão de possíveis estratégias que possam ser adotadas para a reabilitação primária e terciária desta população. Nesse cenário, pode-se pensar, inclusive, na prática de exercícios físicos e esportes. Por meio do conhecimento gerado por esta pesquisa acredita-se que profissionais da área da saúde que trabalham com indivíduos com lesão medular também são beneficiados, no sentido de adquirir novos conhecimentos na área para aplicá-los na sua prática clínica. A identificação de uma associação entre a força muscular respiratória e as medidas de mobilidade diafragmática pode possibilitar o uso de um método simples e de baixo custo para estimar um método mais complexo, sofisticado e de custo mais elevado.

1.6.2 Relevância para a Agenda de Prioridades do Ministério da Saúde

O presente estudo vai ao encontro da Agenda de Prioridades do Ministério da Saúde, uma vez que aborda indivíduos com LM. Infelizmente, sabe-se que pessoas com deficiência, mesmo no século XXI, ainda sofrem preconceito, possuem problemas com a inclusão, falta de acesso e possuem participação social limitada. Por isso, pesquisas que tenham como população alvo os indivíduos com LM devem ser estimuladas e encorajadas, de modo que estes indivíduos tenham as mesmas oportunidades, direitos e deveres que a população em geral.

Reconhecidamente, indivíduos com LM apresentam comumente alterações relacionadas ao sistema respiratório, devido à fraqueza ou paralisia dos músculos respiratórios, a destacar: menor mobilidade diafragmática, resultando em um menor volume corrente nos pulmões, queda na capacidade inspiratória, mudanças no padrão respiratório e infecções respiratórias recorrentes. Tais alterações, se não acompanhadas e tratadas adequadamente, podem levar a complicações mais graves que, em instâncias maiores, aumentarão os custos com a assistência médica e levarão a um pior estado geral de saúde.

Sendo assim, este trabalho tem a sua importância reforçada pois visa investigar aspectos funcionais relacionados ao sistema respiratório que, uma vez sendo constatado déficits, poderão ser mediados por profissionais da área da saúde.

1.6.3 Relevância para o Desenvolvimento Sustentável

Essa pesquisa possui relevância para o desenvolvimento sustentável, da Organização das Nações Unidas (ONU), sobretudo no que diz respeito ao objetivo número 3: saúde e bem-estar. Entende-se que toda e qualquer população, independentemente de suas características ou necessidades, tem direito à saúde e bem-estar.

Indivíduos com LM muito frequentemente apresentam baixa aptidão cardiorrespiratória, decorrente, entre outros fatores, da menor mobilidade em função

do uso da cadeira de rodas. Além disso, o sedentarismo é outro fator que também influencia fortemente esta relação. Uma baixa aptidão cardiorrespiratória reconhecidamente se associa a um maior risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e mortalidade, que também impactam diretamente na percepção de qualidade de vida. Assim, pode-se pensar que indivíduos com LM compõem um grupo com um risco maior de complicações à saúde.

Nesse cenário, pesquisas que visem abordar aspectos que possam contribuir para o melhor estado geral de saúde de indivíduos com LM tornam-se necessárias.

1.7 Objetivos

1.7.1 Primário/Geral

Correlacionar a força muscular respiratória e a mobilidade diafragmática em indivíduos com LM.

1.7.2 Secundários/Específicos

Em indivíduos com LM pretende-se:

1. Investigar as pressões respiratórias, ou seja, pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima;
2. Investigar a mobilidade diafragmática em volume corrente e a mobilidade diafragmática máxima;
3. Investigar a influência do nível de atividade física e do nível e tipo de LM sobre a força muscular respiratória e a mobilidade diafragmática;

1.8 Hipóteses

1. Indivíduos com LM com maior mobilidade diafragmática possuem maior força muscular respiratória;

2. Indivíduos com LM alta possuem menor força muscular respiratória e mobilidade diafragmática que indivíduos com LM baixa;
3. O maior nível de atividade física está associado a uma maior força muscular respiratória e maior mobilidade diafragmática.

Capítulo 2 Participantes e Métodos

2.1 Aspectos éticos

Este protocolo de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (Anexo 1), e foi elaborado em consonância com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Todos os participantes assinarão um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE; Apêndice 1) após serem informados sobre a natureza do estudo e do protocolo a ser realizado.

2.2 Delineamento do estudo

Foi realizado um estudo observacional do tipo seccional.

2.2.1 Local de realização do estudo

Laboratórios do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da UNISUAM e HUPE - Hospital Universitário Pedro Ernesto - Setor de Pneumologia.

2.3 Amostra

Os participantes do estudo foram recrutados em uma equipe esportiva voltada para pessoas com deficiência física e em uma organização social sem fins lucrativos voltada para inclusão de pessoas com deficiência física na prática de atividades físicas e em ações de promoção da saúde: Adaptbasquete e Instituto CFA, respectivamente.

Os participantes foram recrutados nos seus locais de treinamento.

Endereço:

- Adaptbasquete: CIAD - Centro integrado de atenção ao deficiente (endereço: Av. Presidente Vargas, 1997 - 3 andar, Centro -RJ).

- CFA: Praça do Trem (endereço Rua José dos Reis, s/n – Engenho de Dentro, na cidade do Rio de Janeiro, Brasil).

2.3.1 Critérios de inclusão

1. Homens e mulheres;
2. Ter LM alta incompleta ou LM baixa completa ou incompleta, em qualquer nível, com mais de um ano de lesão;
3. Ser usuário de cadeira de rodas;
4. Ter idade igual ou maior que 18 anos.

2.3.2 Critérios de exclusão

- Presença de limitação funcional/ física que impedisse a realização das avaliações propostas;
- Tabagismo atual.
- Carga tabágica maior que 20 anos-maço nos últimos 5 anos.

2.4 Procedimentos/Metodologia

Todas as avaliações realizadas nesta pesquisa apresentam mínimos riscos à integridade física, psíquica e moral dos participantes, pois são avaliações comumente utilizadas em clínicas, postos de atendimento médico e hospitais e validadas para o diagnóstico de doenças e acompanhamento e tratamento de indivíduos saudáveis ou com doenças. Eventuais desconfortos poderiam se relacionar ao uso do bocal e do clipe nasal durante o exame, porém, de modo geral foram bem tolerados pelos avaliados.

2.4.1 Caracterização demográfica, antropométrica e deficiência

Primeiramente os participantes foram orientados a usar roupas leves para que fossem feitas as aferições. Foram realizados os seguintes procedimentos e aferições para a caracterização antropométrica dos participantes do estudo:

- a) Massa corporal total (MCT; kg) – Para a coleta da massa corporal dos participantes foi utilizada como instrumento de medida uma balança eletrônica adaptada para indivíduos que fazem uso de cadeira de rodas (kg; balança Filizola; 0,1kg; Brazil). Esta balança possui uma base maior em relação às balanças convencionais, para facilitar o acesso da cadeira e possibilitar que o procedimento de pesagem seja realizado com o indivíduo utilizando sua própria cadeira de rodas. O procedimento de pesagem foi feito da seguinte forma: o indivíduo foi pesado na cadeira de rodas e posteriormente a cadeira foi pesada sem o indivíduo. A MCT foi definida pela diferença entre o valor que foi obtido durante a pesagem do indivíduo na cadeira de rodas (kg) subtraído pelo valor obtido na pesagem da cadeira de rodas (kg).
- b) Estatura (cm) – Por conta da deficiência física, que impossibilitava os participantes a permanecerem em posição ortostática, essa medida foi realizada através do comprimento do corpo, com o indivíduo em posição supina sobre uma maca com os braços estendidos ao longo do corpo, descalço e com a cabeça livre de adereços. A cabeça foi orientada no chamado plano horizontal de Frankfurt (PHF). Nesse plano a cabeça é posicionada na posição anatômica, que é determinada por uma linha imaginária, que passa pelo ponto mais baixo do bordo inferior da margem orbitária, e o ponto mais alto do bordo superior do meato auditivo externo. A distância entre os pontos antropométricos vértex e a região plantar foi medida com uso de um - paquímetro de haste longa (Sanny; Brasil; precisão de 0,1 cm). Foram realizadas as medidas dos seguintes pontos anatômicos: (i) do maléolo lateral da fíbula à planta dos pés; (ii) do maléolo lateral da fíbula ao epicôndilo lateral do fêmur; (iii) do epicôndilo lateral do fêmur à crista ilíaca; (iv) do vértex da

cabeça à crista ilíaca. Para a determinação da estatura foi calculado o somatório das quatro medidas (BORGES, 2020).

c) Perímetro de tórax (cm) – Os avaliados ficaram sentados em suas próprias cadeiras com os braços abduzidos. O avaliador passou a fita métrica ao redor do tórax em um plano horizontal, por cima da cicatriz mamilar nos indivíduos do sexo masculino ou por baixo das pregas axilares nos indivíduos do sexo feminino. Foi realizada a medida do perímetro do tórax durante a inspiração e a expiração máxima dos avaliados (BORGES, 2020).

d) Perímetro abdominal (cm) – Os indivíduos foram avaliados em decúbito dorsal, deitados sobre uma maca, com os braços ao lado do corpo, enquanto o avaliador realizava a medida com uma fita métrica em volta do abdome, em cima da cicatriz umbilical (BORGES, 2020).

Para a caracterização demográfica e da deficiência será aplicada uma anamnese, conforme apresentado no Anexo 2.

2.4.2 Força muscular respiratória

A força da musculatura respiratória foi avaliada através do exame de função pulmonar utilizando o aparelho manovacuômetro mecânico, que utiliza escala que varia de zero a 300 centímetros de água (cmH₂O) positivos, que é utilizado para medidas de $P_{e\text{máx}}$ e escala de zero a 300 cmH₂O negativos, para medidas de $P_{i\text{máx}}$ da marca HD CPL (nSpire Health, Inc., Longmont, CO. EUA). A $P_{i\text{máx}}$ foi medida a partir da posição de expiração máxima, quando o volume de gás contido nos pulmões é o volume residual ($P_{i\text{máxVR}}$). A $P_{e\text{máx}}$ foi medida a partir da posição de inspiração máxima, quando o volume de gás contido nos pulmões é a capacidade pulmonar total ($P_{e\text{máxCPT}}$).

Para obtenção das medidas $P_{i\text{máx}}$ e $P_{e\text{máx}}$, os participantes do estudo foram avaliados na posição sentada, com o tronco formando um ângulo de 90° com as coxas, levando-se em conta o nível da lesão e controle de tronco de cada indivíduo que avaliado. O nariz foi ocluído com auxílio do clipe nasal, de forma que impedisse a

saída de ar, comprometendo o resultado final das avaliações. Os avaliados foram orientados antes do procedimento, para que não utilizassem vestimentas apertadas ou qualquer tipo de acessórios que pudesse interferir nos esforços respiratórios máximos tais como cinto, cinta, faixas elástica, entre outros.

As pressões inspiratória e expiratória alcançadas no fim do esforço máximo (inspiratório e expiratório, respectivamente) foram mantidas por pelo menos 1 segundo. Para avaliação de ambas pressões, todos os participantes fizeram no máximo 5 manobras, com intervalo de 30 a 40 segundos entre elas, considerando a característica cansativa do teste, a população avaliada e suas particularidades (LAVENEZIANA et al., 2019; SCLAUSER et al., 2014)

De acordo com o que se preconiza na literatura, os participantes tiveram que obter três manobras aceitáveis, isto é, sem que ocorresse vazamentos de ar e que fosse alcançado a duração mínima de 1 segundo. A pressão mais elevada de cada manobra foi registrada sendo a mais negativa para a $P_{i\text{máx}}$ e mais positiva para a $P_{e\text{máx}}$, alcançada após o primeiro segundo. Também foi exigido que dentre as três manobras aceitáveis, pelo menos duas fossem reproduzíveis, ou seja, com valores que não diferissem entre si por mais de 10% do valor mais elevado (LAVENEZIANA et al., 2019; SCLAUSER et al., 2014; SOUZA, 2002).

Foram considerados os seguintes resultados finais das manobras realizadas: os maiores valores obtidos (positivo e negativo) alcançados.

2.4.3 Ultrassonografia diafragmática

O exame de ultrassonografia (US) foi realizado utilizando o aparelho da marca TOSHIBA modelo SSA370 *Power vision* 6.000. O exame permite avaliar em tempo real o funcionamento do diafragma durante a mecânica ventilatória, observando o movimento craniocaudal de sua cúpula. Esse movimento é chamado de excursão diafragmática, sendo capaz de gerar volume corrente nos pulmões. Através do exame de US foi observado esse volume mobilizado durante os ciclos respiratórios e também durante inspiração e expiração máximas.

Para que a mobilidade diafragmática fosse mensurada o avaliado ficou em decúbito dorsal. Para a visualização das estruturas foi utilizado o transdutor convexo

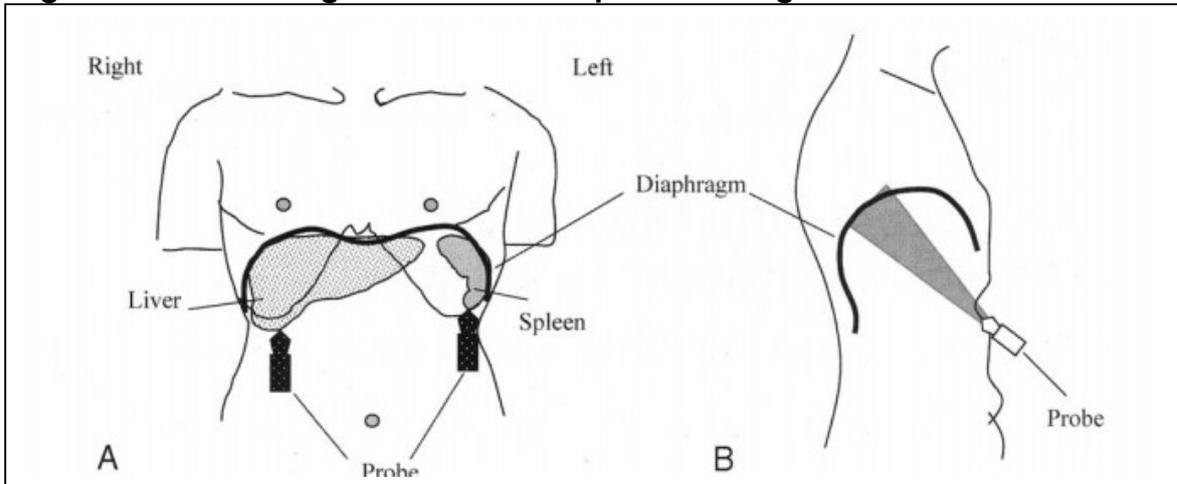
de 3.5 MHz, que possui baixa frequência e com o qual pode-se obter imagens com menor resolução, porém com alcance de uma maior profundidade, já que a resolução da imagem é diretamente proporcional à frequência. Altas frequências geram imagens com alta definição, mas quando se aumenta a frequência também aumenta a atenuação do US pelos tecidos, o que acaba deixando o campo de visibilidade limitado a alguns centímetros de profundidade. Então, quanto menor for a frequência do transdutor maior será a profundidade do tecido observado. Este transdutor foi posicionado perpendicularmente ao eixo craniocaudal na região subcostal direita, entre a linha paraesternal e a linha axilar anterior ou no ângulo costal, onde há a cúpula do diafragma e com isso sua excursão pode ser visualizada e avaliada em tempo real através da janela acústica hepática que fica entre o fígado e o baço (ZEITOUNE et al., 2020).

A mobilidade diafragmática foi mensurada utilizando-se de dois recursos: (i) o Modo B (*Bright*) brilho, ou 2D, que permite a criação de imagem bidimensional convencional e pode-se encontrar a estrutura, e (ii) o Modo M (*Move*) movimento, que permite acompanhar a imagem ao longo do tempo, e serve para analisar o deslocamento craniocaudal da cúpula do diafragma durante a respiração em repouso, e na inspiração e expiração forçadas (ZEITOUNE et al., 2020).

O avaliador ao observar a melhor imagem na tela a congelou e marcou utilizando o cursor do aparelho no ponto superior e inferior das curvas de respiração que aparecem, assim como seu tempo de duração (pois o diafragma se move em direção ao transdutor durante a inspiração e se afasta durante a expiração – sendo essa distância entre os pontos da inspiração final e a expiração final o que define a excursão do diafragma). A medida foi dada em centímetros. Foram realizadas três aferições em série e o maior valor foi registrado para esta pesquisa.

A Figura 1 ilustra a abordagem ultrassonográfica das hemicúpulas diafragmáticas direita e esquerda, o posicionamento e a incidência do feixe de som do transdutor. Utilizando-se a janela acústica hepática que fica entre o fígado e baço. Letra A: Demonstrando o posicionamento do transdutor para avaliar cada hemicúpula. Letra B: Transdutor utilizado de maneira inclinada permitindo assim o aumento do ângulo do feixe de som, e assim sua incidência, para que o avaliador possa visualizar a parte posterior da cúpula do diafragma.

Figura 1. Ultrassonografia das hemicúpulas diafragmáticas



2.4.4 Nível de atividade física

Para a avaliação do nível de atividade foi utilizado o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) na versão curta (MATSUDO et al., 2012).

A versão curta do IPAQ (anexo 3) é composta por 8 questões que fornecem informações sobre as atividades físicas que foram realizadas nos últimos 7 dias antes de sua aplicação, permitindo estimar por meio das respostas o tempo semanal que um indivíduo gasta em atividades físicas de diferentes intensidades, podendo ser classificado em diferentes categorias de acordo com o volume de atividades realizadas (anexo 4). A versão curta do IPAQ é considerado um questionário validado, bem testado e amplamente utilizado na medição dos níveis de atividade física (GINIS et al., 2020; PIIRA et al., 2020).

O IPAQ é autoadministrado e portanto, o mesmo foi explicado detalhadamente aos participantes para que eles respondessem individualmente.

2.5 Desfechos

2.5.1 Desfecho primário

Correlação entre força muscular respiratória, mobilidade diafragmática, nível de atividade física e nível e tipo de LM

2.5.2 Desfecho secundário

1. Força muscular respiratória;
2. Mobilidade do diafragma;
3. Nível de atividade física.
4. Nível de LM
5. Tipo de LM

2.6 Análise dos dados

2.6.1 Tamanho amostral (cálculo ou justificativa)

Trata-se uma amostra por conveniência, composta por indivíduos com LM crônica, usuários de cadeiras de rodas cadastrados no Circuito Funcional Adaptado ou integrantes da equipe de basquete em cadeira de rodas Adaptbasquete. Foram avaliadas 38 pessoas.

2.6.2 Variáveis de controle

- Idade (anos)
- Tempo de lesão (anos)
- Nível da LM (cervical, torácica ou lombar)
- Histórico de COVID-19

2.6.3 Variáveis de confusão

- Nível de atividade física
- Características individuais da LM

2.6.4 Análise estatística

Foram realizadas estatísticas: descritiva, correlacional e analítica.

Na análise descritiva dos dados foram calculadas medidas de tendência central (mediana) e de dispersão (valores mínimo e máximo).

A distribuição das variáveis foi verificada por meio do cálculo do teste Shapiro Wilk.

Para a verificação da correlação foi realizada uma análise de regressão linear considerando a mobilidade diafragmática como variável dependente e a força muscular respiratória como variável preditora, em seguida a variável preditora foi ajustada para o nível de atividade física, o nível de lesão e o tipo de lesão para verificação do efeito sobre a correlação.

As análises foram realizadas através do *software Jamovi* (versão 2.3) e o nível de significância adotado foi de 5%.

REFERÊNCIAS

AKKURT, H. et al. The effects of upper extremity aerobic exercise in patients with spinal cord injury: a randomized controlled study. **European journal of physical and rehabilitation medicine**, v. 53, n. 2, p. 219–227, 2017.

ALAJAM, R.; ALQAHTANI, A. S.; LIU, W. Effect of body weight-supported treadmill training on cardiovascular and pulmonary function in people with spinal cord injury: A systematic review. **Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation**, v. 25, n. 4, p. 355–369, 2019.

BALDASSIN, V.; LORENZO, C.; SHIMIZU, H. E. Assistive technology and quality of life for people with tetraplegia: bioethical approach. **Revista Bioética**, v. 26, n. 4, p. 574–586, dez. 2018.

BERLOWITZ, D. J.; WADSWORTH, B.; ROSS, J. Respiratory problems and management in people with spinal cord injury. **Breathe**, v. 12, n. 4, p. 328–340, 2016.

BESSA, E. J. C.; LOPES, A. J.; RUFINO, R. A importância da medida da força muscular respiratória na prática da pneumologia. **Pulmão RJ**, v. 24, n. 1, p. 37–41, 2015.

BEZDUDNAYA, T. et al. Supraspinal respiratory plasticity following acute cervical spinal cord injury. **Experimental neurology**, v. 293, p. 181, 2017.

BORGES, M. Avaliação antropométrica e da composição corporal. In: GORLA, J. I. (Ed.). **Manual de medidas e avaliação físico/ motora**. Curitiba: CRV, 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular**. 2. ed. Brasília: Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas e Departamento de Atenção Especializada. Ministério da Saúde, 2015.

BRÜGGEMANN, A. K. V. et al. Mobilidade diafragmática direita e esquerda em indivíduos saudáveis e na doença pulmonar obstrutiva crônica. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 25, n. 2, p. 126–133, 2018.

CARVALHO, Z. M. F. et al. Avaliação da funcionalidade de pessoas com lesão medular para atividades da vida diária. **Aquichan**, v. 14, n. 2, p. 148–158, 2014.

CHARCO-ROCA, L. M.; SIMÓN-POLO, E.; CUESTA-MONTERO, P. C. Ultrasound evaluation of diaphragm function in patients with cervical spinal cord injury: case report. **Brazilian journal of anesthesiology**, 2021.

COLMAN, M. L.; BERALDO, P. C. Estudo das variações de pressão inspiratória máxima em tetraplégicos, tratados por meio de incentivador respiratório, em regime ambulatorial. **Fisioterapia em Movimento**, v. 23, n. 3, p. 439–449, 2010.

DAVE, S.; CHO, J. J. Neurogenic Shock. **StatPearls**, 2022.

DAWKINS, T. G.; CURRY, B. A. Respiratory muscle training in spinal cord injury: a

breath of fresh air for the heart. **The Journal of Physiology**, v. 597, n. 23, p. 5533–5534, 2019.

FAYSSOIL, A. et al. Diaphragm: Pathophysiology and Ultrasound Imaging in Neuromuscular Disorders. **Journal of Neuromuscular Diseases**, v. 5, n. 1, p. 1, 2018.

FEHLINGS, M. G. et al. A Clinical Practice Guideline for the Management of Acute Spinal Cord Injury: Introduction, Rationale, and Scope. **Global Spine Journal**, v. 7, n. 3, p. 84S-94S, 2017.

GEE, C. M. et al. Respiratory muscle training in athletes with cervical spinal cord injury: effects on cardiopulmonary function and exercise capacity. **The Journal of physiology**, v. 597, n. 14, p. 3673–3685, 2019.

GINIS, K. A. M. et al. Construct validation of the leisure time physical activity questionnaire for people with SCI (LTPAQ-SCI). **Spinal Cord**, v. 59, n. 3, p. 311–318, 2020.

GONÇALVES, M. A. et al. Comparação da mobilidade diafragmática em pacientes com DPOC com e sem hipercifose torácica: um estudo transversal. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 44, n. 1, p. 5–11, 2018.

GUZEL, S. et al. Effects of diaphragm thickness on rehabilitation outcomes in post-ICU patients with spinal cord and brain injury. **European Journal of Trauma and Emergency Surgery**, v. 48, n. 1, p. 1, 2022.

HACHEM, L. D.; AHUJA, C. S.; FEHLINGS, M. G. Assessment and management of acute spinal cord injury: From point of injury to rehabilitation. **The journal of spinal cord medicine**, v. 40, n. 6, p. 665–675, 2017.

HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12^a ed ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HARDY, F.; WALKER, J.; SAWYER, T. Sonographic measurement of diaphragm movement in patients with tetraplegia. **Spinal Cord** 2009 47:11, v. 47, n. 11, p. 832–834, 2009.

HILL, M.; JÖRGENSEN, S.; LEVI, R. Ryggmärgsskada – ett ovanligt tillstånd med komplexa behov. **Lakartidningen**, v. 118, p. 1–4, 2021.

KARSY, M.; HAWRYLUK, G. Modern Medical Management of Spinal Cord Injury. **Current Neurology and Neuroscience Reports**, v. 19, n. 9, 2019.

KIM, C. Y. et al. Short-term effects of respiratory muscle training combined with the abdominal drawing-in maneuver on the decreased pulmonary function of individuals with chronic spinal cord injury: A pilot randomized controlled trial. **Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 40, n. 1, p. 17–25, 2017.

KIM, Y. H.; HA, K. Y.; KIM, S. IL. Spinal cord injury and related clinical trials. **CiOS Clinics in Orthopedic Surgery**, v. 9, n. 1, p. 1–9, 2017.

KUMAR, R. et al. Traumatic Spinal Injury: Global Epidemiology and Worldwide Volume. **World Neurosurgery**, v. 113, p. 345–363, 2018.

LAVENEZIANA, P. et al. ERS statement on respiratory muscle testing at rest and during exercise. **Eur Respir J**, v. 53, 2019.

LEE, B. B. et al. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: Update 2011, global incidence rate. **Spinal Cord**, v. 52, n. 2, p. 110–116, 2014.

LEMOS, J. R. et al. Respiratory muscle training in non-athletes and athletes with spinal cord injury: A systematic review of the effects on pulmonary function, respiratory muscle strength and endurance, and cardiorespiratory fitness based on the FITT principle of exercise prescription. **Journal of back and musculoskeletal rehabilitation**, v. 33, n. 4, p. 655–667, 2020.

LO, J.; CHAN, L.; FLYNN, S. A Systematic Review of the Incidence, Prevalence, Costs, and Activity and Work Limitations of Amputation, Osteoarthritis, Rheumatoid Arthritis, Back Pain, Multiple Sclerosis, Spinal Cord Injury, Stroke, and Traumatic Brain Injury in the United States: A 2. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 102, n. 1, p. 115–131, 2021.

MALAS, F. Ü. et al. Diaphragm ultrasonography and pulmonary function tests in patients with spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 57, n. 8, p. 679–683, 2019.

MATSUDO, S. et al. Questionário Internacional De Atividade Física (Ipaq): Estupo De Validade E Reprodutibilidade No Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5–18, 2012.

MONTESINOS-MAGRANER, L. et al. The influence of regular physical activity on lung function in paraplegic people. **Spinal cord**, v. 54, n. 10, p. 861–865, 2016.

NASCIMENTO, I. B. DO; FLEIG, R. Mobility impact and methods of diaphragm monitoring in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review. **Clinics**, v. 75, p. 1–11, 2020.

ONG, B.; WILSON, J. R.; HENZEL, M. K. Management of the Patient with Chronic Spinal Cord Injury. **Medical Clinics of North America**, v. 104, n. 2, p. 263–278, 2020.

PAULIN, E. et al. Influence of diaphragmatic mobility on exercise tolerance and dyspnea in patients with COPD. **Respiratory Medicine**, v. 101, n. 10, p. 2113–2118, 2007.

PIIRA, A. et al. Quality of life and psychological outcomes of body-weight supported locomotor training in spinal cord injured persons with long-standing incomplete lesions. **Spinal cord**, v. 58, n. 5, p. 560–569, 2020.

RATNOVSKY, A.; ELAD, D.; HALPERN, P. Mechanics of respiratory muscles. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 163, n. 1–3, p. 82–89, 2008.

RIMMER, J. H.; SCHILLER, W.; CHEN, M. DE. Effects of disability-associated low energy expenditure deconditioning syndrome. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 40, n. 1, p. 22–29, 2012.

ROBERTS, T. T.; LEONARD, G. R.; CEPELA, D. J. Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 475, n. 5, p. 1499, 2017.

SANTANA, P. V.; CARDENAS, L. Z. Ultrassonografia diafragmática : uma revisão de seus aspectos metodológicos e usos clínicos. **J Bras Pneumol.**, v. 46, n. 6, p. 5–6, 2020.

SCHILERO, G. J. et al. Pulmonary function and spinal cord injury. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 166, n. 3, p. 129–141, 2009.

SCLAUSER, I. et al. Reference values for maximal inspiratory pressure : A systematic review. **Can Respir J**, v. 21, n. 1, p. 43–50, 2014.

SOUTO, E. C. et al. Proposal for a program of physical exercise for adults with spinal cord injury: Effects on body composition. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 21, n. 2, p. 915–921, 2021.

SOUZA, R. B. DE. Pressões respiratórias estáticas máximas. **J Pneumol**, v. 28, n. 3, p. 155–165, 2002.

SWEIS, R.; BILLER, J. Systemic Complications of Spinal Cord Injury. **Current Neurology and Neuroscience Reports**, v. 17, n. 2, p. 1–8, 2017.

TWEEDY, S. M. et al. Exercise and sports science Australia (ESSA) position statement on exercise and spinal cord injury. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 2, p. 108–115, 2017.

VAN DEN AKKER, L. E. et al. Determinants of physical activity in wheelchair users with spinal cord injury or lower limb amputation: perspectives of rehabilitation professionals and wheelchair users. **Disability and rehabilitation**, v. 42, n. 14, p. 1934–1941, 2020.

VAN DER SCHEER, J. W. et al. Effects of exercise on fitness and health of adults with spinal cord injury: A systematic review. **Neurology**, v. 89, n. 7, p. 736–745, 2017.

VENKATESH, K. et al. Spinal cord injury: pathophysiology, treatment strategies, associated challenges, and future implications. **Cell and tissue research**, v. 377, n. 2, p. 125–151, 2019.

VETRUGNO, L. et al. Ultrasound Imaging for Diaphragm Dysfunction: A Narrative Literature Review. **Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia**, v. 33, n. 9, p. 2525–2536, 2019.

WANG, X.; ZHANG, N.; XU, Y. Effects of Respiratory Muscle Training on Pulmonary Function in Individuals with Spinal Cord Injury: An Updated Meta-analysis. **BioMed Research International**, v. 2020, 2020.

WEST, J. B. **Fisiologia respiratória: princípios básicos**. 9ª ed. ed. São Paulo: Artmed, 2013.

WHO. **International perspectives on spinal cord injury**. Geneva: World Health Organization, , 2013.

ZEITOUNE, R. et al. Diaphragm ultrasonography in adults with sickle cell anemia: evaluation of morphological and functional aspects. **Hematology**, v. 25, n. 1, p. 372–382, 2020.

ZHU, Z. et al. Ultrasonography of Diaphragm Can Predict Pulmonary Function in Spinal Cord Injury Patients: A Pilot Case-Control Study. **Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research**, v. 25, p. 5369, 2019.

ZHU, Z. et al. Ultrasonographic evaluation of diaphragm thickness and excursion in patients with cervical spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 44, n. 5, p. 742, 2021.

Apêndice 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

ASSOCIAÇÃO ENTRE A FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA, MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EM INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR

Elaborado a partir da Res. nº466 de 10/12/2012 do Conselho Nacional de Saúde

Breve justificativa e objetivos da pesquisa: A lesão medular é capaz de gerar déficits motores com alto grau de acometimento, na qual o indivíduo necessita de atenção e cuidados básicos de saúde. Por isso você está convidado (a) a participar da presente pesquisa, que se justifica pela importância da avaliação de indivíduos com lesão medular a fim de coletar informações, analisar e discutir achados para que seja possível observar, investigar e identificar problemas existentes e impactos nos aspectos gerais de saúde, sempre buscando atenuar as consequências de sua condição.

Procedimentos: Serão realizados alguns questionários pertinentes à informação e compreensão da saúde e lesão do indivíduo e ao nível de atividade física. Serão realizados exames não invasivos para avaliar a mobilidade do diafragma e a força muscular respiratória. Os resultados serão divulgados em eventos e artigos científicos.

Potenciais riscos e benefícios: A pesquisa oferece riscos mínimos aos participantes, porém os pesquisadores podem garantir que o estudo será suspenso imediatamente ao perceber algum risco ou danos à saúde do participante da pesquisa e em caso de emergência e se necessário, fica a cargo da pesquisadora responsável pela locomoção ao pronto atendimento médico. Ao participar da pesquisa o indivíduo se beneficiará com a prática da atividade de maneira que terá respostas no seu bem-estar, na qualidade de vida, nas atividades da vida diária, na saúde física e mental.

Garantia de sigilo, privacidade, anonimato e acesso: Sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa de qualquer forma lhe identificar, serão mantidos em sigilo. Será garantido o anonimato e privacidade. Caso haja interesse, o senhor (a) terá acesso aos resultados.

Garantia de esclarecimento: É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como a garantia do seu livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências.

Garantia de responsabilidade e divulgação: Os resultados dos exames e dos dados da pesquisa serão de responsabilidade do pesquisador, e esses resultados serão divulgados em meio científico sem citar qualquer forma que possa identificar o seu nome.

Garantia de ressarcimento de despesas: Você não terá despesas pessoais em qualquer fase do estudo, nem compensação financeira relacionada à sua participação. Em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, terá direito a tratamento médico, bem como às indenizações legalmente estabelecidas. No entanto, caso tenha qualquer despesa decorrente da

participação na pesquisa, haverá ressarcimento mediante depósito em conta corrente ou cheque ou dinheiro. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da sua participação no estudo, você será devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Responsabilidade do pesquisador e da instituição: O pesquisador e a instituição proponente se responsabilizarão por qualquer dano pessoal ou moral referente à integridade física e ética que a pesquisa possa comportar.

Critérios para suspender ou encerrar a pesquisa: O estudo será suspenso na ocorrência de qualquer falha metodológica ou técnica observada pelo pesquisador, cabendo ao mesmo a responsabilidade de informar a todos os participantes o motivo da suspensão. O estudo também será suspenso caso seja percebido qualquer risco ou dano à saúde dos sujeitos participantes, conseqüente à pesquisa, que não tenha sido previsto neste termo. Quando atingir a coleta de dados necessária a pesquisa será encerrada.

Demonstrativo de infraestrutura: A instituição onde será feito o estudo possui a infraestrutura necessária para o desenvolvimento da pesquisa com ambiente adequado.

Propriedade das informações geradas: Não há cláusula restritiva para a divulgação dos resultados da pesquisa, e que os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para comprovação do experimento. Os resultados serão submetidos à publicação, sendo favoráveis ou não às hipóteses do estudo.

Sobre a recusa em participar: Caso queira, o senhor (a) poderá se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar-se, não sofrendo qualquer prejuízo à assistência que recebe.

Contato do pesquisador responsável e do comitê de ética: Em qualquer etapa do estudo você poderá ter acesso ao profissional responsável, Karina Reis da Silva, que pode ser encontrada no telefone (21) 979642416. Se tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa.

Se este termo for suficientemente claro para lhe passar todas as informações sobre o estudo e se o senhor (a) compreender os propósitos do mesmo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Você poderá declarar seu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente das propostas do estudo.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

Anexo 1- Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ASSOCIAÇÃO ENTRE A FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA E MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA ATRAVÉS DAS MEDIDAS DE FUNÇÃO PULMONAR E EXAME DE ULTRASSONOGRRAFIA EM INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR

Pesquisador: Katia prenda

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 37041820.4.0000.5235

Instituição Proponente: SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.181.982

Apresentação do Projeto:

Introdução: A lesão medular (LM) causa um impacto alarmante na saúde e na vida dos indivíduos e das pessoas de seu convívio. O presente estudo

visa investigar a força muscular respiratória e a mobilidade diafragmática de indivíduos com LM, e correlaciona-las com o nível da LM e o nível de

atividade física. Pretende-se, assim, observar e compreender seus aspectos, sempre buscando métodos capazes de atenuar as consequências

dessa condição. Métodos: O presente trabalho apresenta-se como um estudo observacional seccional com abordagem quantitativa. A amostra

formada por indivíduos adultos com LM recrutados em duas equipes esportivas voltadas para pessoas com deficiência física: (a) Basquete (b)

Rugby, em cadeira de rodas. Inicialmente, serão aplicados questionários sobre a deficiência e a rotina de treinamento físico desportivo e serão feitas

medidas antropométricas fim de caracterizar os participantes do estudo. A força da musculatura respiratória, será avaliada através das medidas de

pressão máximas voluntárias, pressão inspiratória máxima; (Pimáx) e pressão expiratória máxima; Pemáx).

O exame de ultrassonografia (US) será

utilizado para avaliar em tempo real a excursão da cúpula do diafragma durante a mecânica

Endereço: Rua Dona Isabel, 94, TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 9943)

Bairro: Bonsucesso **CEP:** 21.032-060

UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3882-9797

E-mail: comitedeetica@souunisuam.com.br

ventilatória a fim de encontrar possíveis déficits. Serão feitas comparações das variáveis de desfecho entre os participantes de acordo com o nível da lesão e nível de atividade física (teste T-Student ou Mann-Whitney) e as correlações serão investigadas com o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson e Spearman ($\alpha=5\%$). Resultados esperados: A partir da coleta e análise de dados, espera-se encontrar uma correlação entre a mobilidade diafragmática e a força muscular respiratória, e assim compreender melhor as consequências e os déficits no sistema respiratório, influenciados pela altura da lesão e pelo nível de atividade física.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Correlacionar a força muscular respiratória com a mobilidade diafragmática em indivíduos com lesão medular

Objetivo Secundário:

Em indivíduos com lesão medular pretende-se:- Investigar a força muscular respiratória, ou seja, pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima.- Investigar a mobilidade diafragmática.- Correlacionar a força muscular respiratória e a mobilidade diafragmática com a altura da lesão medular.- Correlacionar a força muscular respiratória e a mobilidade diafragmática com o nível de atividade física.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Todas as avaliações propostas neste projeto de pesquisa apresentam mínimos riscos à integridade física, psíquica e moral dos participantes, pois são avaliações comumente utilizadas em clínicas, postos de atendimento médico e hospitais para o diagnóstico de doenças e acompanhamento e tratamento de indivíduos saudáveis ou com doenças.

Benefícios:

Os benefícios relacionados à participação no presente projeto de pesquisa se relacionam à possibilidade de conhecimento do funcionamento atual do sistema respiratório, ou seja, pulmões e músculos respiratórios, além da composição corporal, isto é, a quantidade de gordura corporal, músculos

Endereço: Rua Dona Isabel, 94, TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 9943)
Bairro: Bonsucesso **CEP:** 21.032-060
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3882-9797

E-mail: comitedeetica@souunisiam.com.br

Continuação do Parecer: 5.181.982

e ossos. Caso sejam identificadas alterações em quaisquer avaliações realizadas, os participantes do estudo serão orientados quanto à busca por orientação médica especializada.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa para dissertação de mestrado

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram apresentados

Recomendações:

Projeto Aprovado

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto está aprovado.

Cabe ressaltar que o pesquisador se compromete em anexar na Plataforma Brasil um relatório ao final da realização da pesquisa. Pedimos a gentileza de utilizar o modelo de relatório final que se encontra na página eletrônica do CEP-UNISUAM (<http://www.unisuam.edu.br/index.php/introducao-comite-etica-em-pesquisa>). Além disso, em caso de evento adverso, cabe ao pesquisador relatar, também através da Plataforma Brasil.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1572031.pdf	03/12/2021 18:08:28		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPPGCRkatia_pendencia.docx	03/12/2021 18:08:08	Patrícia dos santos Vigário	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_pendencia.docx	03/12/2021 18:07:28	Patrícia dos santos Vigário	Aceito
Outros	Carta_resposta.pdf	03/12/2021 18:07:14	Patrícia dos santos Vigário	Aceito
Outros	4QUESTIONARIOCARACTREINAMEN TODESPORTIVO.docx	26/06/2020 21:28:08	Katia prenda	Aceito

Endereço: Rua Dona Isabel, 94, TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 9943)
Bairro: Bonsucesso **CEP:** 21.032-060
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3882-9797 **E-mail:** comitedeetica@souunisuam.com.br

Continuação do Parecer: 5.181.982

Outros	3QUESTIONARIOINTERNACIONALATIVFISICA.docx	26/06/2020 21:26:22	Katia prenda	Aceito
Outros	2CLASSIFICATIVFISICSIPAQ.docx	26/06/2020 21:25:06	Katia prenda	Aceito
Outros	1QUESTIONARIODEFICIENCIA.docx	26/06/2020 21:21:30	Katia prenda	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRostoAssinada.pdf	25/06/2020 16:22:38	Katia prenda	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 21 de Dezembro de 2021

**Assinado por:
Igor Ramathur Telles de Jesus
(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Dona Isabel, 94, TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 9943)
Bairro: Bonsucesso **CEP:** 21.032-060
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3882-9797 **E-mail:** comitedeetica@souunisuam.com.br

Anexo 2 - Questionário para a caracterização da amostra e deficiência

ANAMNESE

Dados Pessoais

Nome: _____
Data de nascimento: _____ Idade: _____
Sexo: F () M () Estado civil: _____
Escolaridade: Ensino Fundamental () Ensino Médio() Ensino Superior ()
Profissão: _____
Endereço: _____
Cidade: _____
Estado: _____
Telefone: _____
e-Mail: _____

Relatos Clínicos

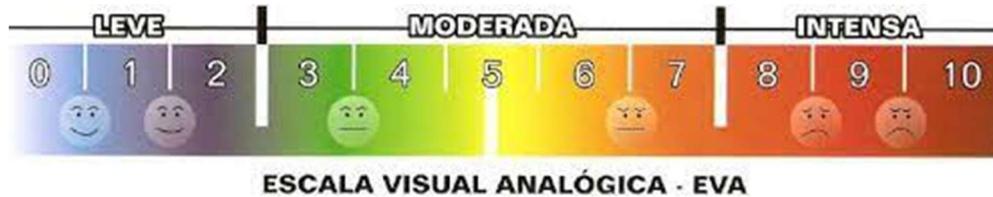
Possui alguma (s) doença crônica? _____ Qual (is)? _____
Faz uso de medicamentos? Qual (is) _____
Você já foi diagnosticado(a) com COVID-19? _____
Quando você foi diagnosticado com COVID-19? _____
Quantas vezes você foi diagnosticado com COVID-19? _____
Você já foi vacinado para a Covid-19? () Sim () Não.
Se sim, qual vacina? _____
Quantas doses? _____ Data 1ª dose _____, Data 2ª dose: _____, Data 3ª dose: _____, Data 4ª dose: _____
Se teve COVID-19, já estava vacinado? () sim () não
Observações: _____

Relatos da Lesão Medular

Motivo: _____
Data ou ano do ocorrido: _____
Nível da Lesão: _____
Tipo: completa () incompleta ()
Classificação da Lesão: _____
Intervenções cirúrgicas: _____
Fisioterapia respiratória passada: () sim () não Há quanto tempo: _____
Durante quanto tempo?
Fisioterapia respiratória atual: () sim () não

Complicações da lesão ou cirúrgicas (perda de força, equilíbrio, doenças, etc) :

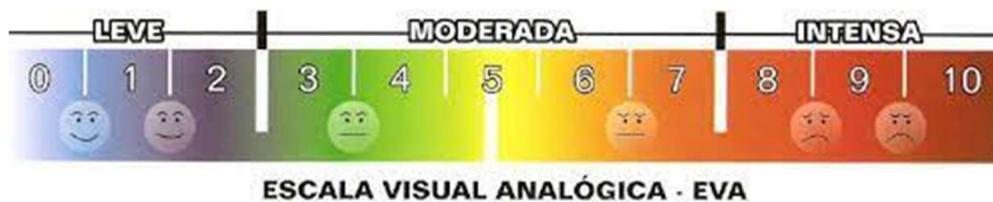
Atualmente, você sente dores? Sim () Não () Em qual região?
 De 0 a 10, qual a intensidade da sua dor, utilizando a escala abaixo, na qual 0 significa sem dor e 10 significa dor intensa? _____
 A sua dor tem duração maior que três meses?



Atualmente, faz tratamento fisioterápico: Sim () Não ()
 Domiciliar ou em Clínica? _____
 Tratamento medicamentoso: _____

Ocorrência de espasticidade? : Sim () Não ()
 Qual a frequência dos espasmos?
 () Não sente
 () 1-2 vezes na semana
 () 3-4 vezes na semana
 () 5-7 vezes na semana

De 0a 10, qual a intensidade do seu espasmo, utilizando a escala abaixo, na qual 0 significa espasmos leves e 10 significa espasmos muito intensos?__



Apresenta disfunção na bexiga? Sim () Não ()
 Qual a forma de esvaziamento? _____
 Apresenta disfunção intestinal? Sim () Não ()
 Qual a forma de esvaziamento? _____

Alterações cutâneas ou articulares (escaras, úlceras, escolioses etc) ?

Atividades da Vida Diária

Se alimenta sozinho: Sim () Não ()
 Toma banho sozinho: Sim () Não ()
 Necessita de ajuda para tocar cadeira de rodas: Sim () Não ()
 Faz transferências da C.R para: cadeira de banho () Cama () Carro ()
 Dirige: Sim () Não ()
 Capacidade escrita: Sim () Não ()

Faz uso de órteses: sim () Não ()

Quais são as dificuldades de movimento que você encontra no dia a dia?

Fica cansado facilmente? Dê uma nota de 0 a 10 :

Sente dificuldade para dormir? Sim () Às vezes () Não ()

De 0 a 5 O quanto você se sente limitado para realizar as suas AVD's?

De 0 a 5 Quanto você se sente incomodado por alguma dificuldade em exercer as AVD's? _____

Algum sentimento de tristeza ou depressão interfere no seu dia-a-dia?

Sim () Às vezes () Não ()

Histórico de atividades físicas

Praticou alguma atividade física antes da lesão?: Sim () Não ()

Qual(is): _____

Praticou alguma atividade física após a lesão?: Sim () Não ()

Qual(is): _____

Pratica alguma atividade física, atualmente? : Sim () Não ()

Qual(is): _____

Anexo 3 – Questionário Internacional de Atividade Física (International Physical Activity Questionnaire - IPAQ) – Versão Curta

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na ÚLTIMA semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- Atividades físicas VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal.
- Atividades físicas MODERADAS são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal.

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

1a. Em quantos dias da última semana você tocou a cadeira por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por SEMANA () Nenhum

1b. Nos dias em que você tocou a cadeira por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia?

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve com cicloergômetro, nadar, , fazer ginástica aeróbica leve, praticar algum esporte recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim , aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)

dias _____ por SEMANA () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, praticar algum esporte como jogar basquete, pedalar rápido no cicloergômetro, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por SEMANA () Nenhum

3b. Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece em repouso todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo

estudando, enquanto descansa, fazendo lição de casa, visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta em repouso durante um dia de semana?

_____ horas ____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta em repouso em um dia de final de semana?

_____ horas ____ minutos

Anexo 4 – Classificação do nível de atividade física pelo International Physical Activity Questionnaire – IPAQ

1. MUITO ATIVO: aquele que cumpriu as recomendações de:

a) VIGOROSA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão

b) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão + MODERADA e/ou CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão.

2. ATIVO: aquele que cumpriu as recomendações de:

a) VIGOROSA: ≥ 3 dias/sem e ≥ 20 minutos por sessão; ou

b) MODERADA ou CAMINHADA: ≥ 5 dias/sem e ≥ 30 minutos por sessão; ou

c) Qualquer atividade somada: ≥ 5 dias/sem e ≥ 150 minutos/sem (caminhada + moderada + vigorosa).

3. IRREGULARMENTE ATIVO: aquele que realiza atividade física porém insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa). Este grupo foi dividido em dois sub-grupos de acordo com o cumprimento ou não de alguns dos critérios de recomendação:

IRREGULARMENTE ATIVO A: aquele que atinge pelo menos um dos critérios da recomendação quanto à frequência ou quanto à duração da atividade:

a) Frequência: 5 dias /semana ou

b) Duração: 150 min / semana

IRREGULARMENTE ATIVO B: aquele que não atingiu nenhum dos critérios da recomendação quanto à frequência nem quanto à duração.

4. SEDENTÁRIO: aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

Exemplos

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Sedentário
2	4	20	1	30	-	-	Irregularmente Ativo A
3	3	30	-	-	-	-	Irregularmente Ativo B
4	3	20	3	20	1	30	Ativo
5	5	45	-	-	-	-	Ativo
6	3	30	3	30	3	20	Muito Ativo
7	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

**CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL– CELAFISCS - INFORMAÇÕES
ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL**

Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br

Home Page: www.celafiscs.com.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se

PARTE II – PRODUÇÃO INTELECTUAL

Contextualização da Produção

Quadro 4: Declaração de desvios de projeto original.

Declaração dos Autores	Sim	Não
A produção intelectual contém desvios substantivos do <u>tema proposto</u> no projeto de pesquisa?		X
<i>Justificativas e Modificações</i>		
A produção intelectual contém desvios substantivos do <u>delineamento do projeto</u> de pesquisa?		X
<i>Justificativas e Modificações</i>		
A produção intelectual contém desvios substantivos dos <u>procedimentos de coleta</u> e análise de dados do projeto de pesquisa?		X
<i>Justificativas e Modificações</i>		

Disseminação da Produção

- “Perfil de força muscular respiratória, mobilidade diafragmática e nível de atividade física em indivíduos com lesão medular” - XIX Semana Internacional de Pesquisa, Extensão e Inovação da UNISUAM;



- Minicurso “Testes para a avaliação da aptidão física relacionada à saúde e ao desempenho esportivo na lesão medular” - XIX Semana Internacional de Pesquisa, Extensão e Inovação da UNISUAM;



- Minicurso “Prescrição de treinamento na lesão medular” - VI Simpósio Paradesportivo Carioca;



- “Efeito de doze semanas de treinamento funcional na aptidão física de indivíduos com lesão medular” - 20º Simpósio Internacional de Atividades Físicas do Rio de Janeiro (SIAFIS RJ);



- “Efeito de doze semanas de treinamento funcional após a flexibilização das medidas de distanciamento social pela covid-19 na qualidade de vida de indivíduos com lesão medular” - 3ª Edição do International Students Symposium;



- “Correlação entre força muscular respiratória e mobilidade diafragmática em indivíduos com lesão medular”- I Congresso: Saúde Multidisciplinar da Policlínica Universitária Piquet Carneiro;



- Minicurso “Correlação entre força muscular respiratória e mobilidade diafragmática em indivíduos com lesão medular” - I EPIC - Encontro de Pesquisa e Iniciação Científica da UNISUAM;

Conferido à Professora

Patrícia dos Santos Vigário

e aos discentes Larissa Barranco, Karina Reis e Rayanne Costa

Por ter participado do I EPIC - ENCONTRO DE PESQUISA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA da UNISUAM, ministrando o MINICURSO intitulado "Correlação entre força muscular respiratória e mobilidade diafragmática em indivíduos com lesão medular", com carga horária total de 04 horas no dia 18 de Maio de 2023.

Rio de Janeiro, 18 de Maio de 2023.



Claudia de Freitas Lopes Costa
Diretora de Pesquisa, Inovação e Extensão

- Apresentação de trabalho - "Correlação entre força muscular respiratória e mobilidade diafragmática em indivíduos com lesão medular" - I EPIC - Encontro de Pesquisa e Iniciação Científica da UNISUAM;

Conferido à Autora

Karina Reis

Por ter participado do I EPIC - ENCONTRO DE PESQUISA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA da UNISUAM, na apresentação de Banner do Projeto de Pesquisa intitulado "Correlação entre força muscular respiratória e mobilidade diafragmática em indivíduos com lesão medular", com carga horária total de 20 horas no dia 18 de Maio de 2023.

Rio de Janeiro, 18 de Maio de 2023.



Claudia de Freitas Lopes Costa
Diretora de Pesquisa, Inovação e Extensão

- Oito semanas de treinamento funcional melhoram a capacidade funcional de indivíduos com lesão medular - I Fórum Discente da Associação Brasileira de Pesquisa e Pós-graduação - Fisioterapia (ABRAPG-Ft)



- “Avaliação da força muscular respiratória de indivíduos com lesão medular fisicamente ativos” - VII Simpósio Paradesportivo Carioca;



- “Perfil epidemiológico dos participantes de um projeto social de treinamento funcional inclusivo para pessoas com deficiência” - VII Simpósio Paradesportivo Carioca;



- “Comparação da força muscular respiratória de indivíduos fisicamente ativos e inativos com lesão medular” - 21º Simpósio Internacional de Atividades Físicas do Rio de Janeiro (SIAFIS RJ).



- “Análise ultrassonográfica do diafragma de paciente portador de anidrose de hemitórax direito após lesão traumática” – PNEUMOINRIO2023 – XIX Congresso de Pneumologia e Tisiologia do Estado do Rio de Janeiro e Anais do evento;



ANÁLISE ULTRASSONOGRÁFICA DO DIAFRAGMA DE PACIENTE PORTADOR DE ANIDROSE DE HEMITÓRAX DIREITO APÓS LESÃO TRAUMÁTICA.

Joana Acar Silva²; Thiago T. Mafort²; Claudia H. da Costa²; Agnaldo J. Lopes²; Karina Reis da Silva¹; Larissa Barranco¹; Rayanne Costa de Sales¹; Lucas Costa da Silva Souza¹; Patricia Vigarão¹; 1. Unisum; 2. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

- “Experiência inicial do uso da ultrassonografia diafragmática em indivíduos com lesão medular fisicamente ativos e praticantes de esportes adaptados” - PNEUMOINRIO2023 – XIX Congresso de Pneumologia e Tisiologia do Estado do Rio de Janeiro e Anais do evento;



EXPERIÊNCIA INICIAL DO USO DA ULTRASSONOGRAFIA DIAFRAGMÁTICA EM INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR FISICAMENTE ATIVOS E PRATICANTES DE ESPORTES ADAPTADOS

Karina Reis da Silva¹; Joana Acar Silva²; Patricia Vigarão¹; Thiago Mafort²; Larissa Barranco¹; Rayanne Sales¹; Lucas Souza¹; Agnaldo Lopes²; Isabela Tamiozzo²; Claudia Costa²; 1. Unisum; 2. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

- Effect of inspiratory muscle training on pulmonary function, respiratory muscle strength, aerobic and sports skills performance and quality of life in wheelchair rugby athletes - Artigo Submetido - Journal of Bodywork and Movement Therapies. Situação atual (fevereiro/2024); revisão submetida; aguardando decisão editorial.

Journal of Bodywork & Movement Therapies
**EFFECT OF INSPIRATORY MUSCLE TRAINING ON PULMONARY FUNCTION,
 RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH, AEROBIC AND SPORTS SKILLS
 PERFORMANCE AND QUALITY OF LIFE IN WHEELCHAIR RUGBY ATHLETES**
 --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	YJBMT-D-22-00307R1
Full Title:	EFFECT OF INSPIRATORY MUSCLE TRAINING ON PULMONARY FUNCTION, RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH, AEROBIC AND SPORTS SKILLS PERFORMANCE AND QUALITY OF LIFE IN WHEELCHAIR RUGBY ATHLETES
Article Type:	Research Article
Section/Category:	Prevention and Rehabilitation
Corresponding Author:	Patrícia dos Santos Vigário, Ph.D Augusto Motta University Centre Rio de Janeiro, RJ BRAZIL
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Augusto Motta University Centre
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Jeter Freitas
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Jeter Freitas Rayanne Costa Larissa Barranco Karina Reis Agnaldo Lopes Miriam Mainenti Patrícia dos Santos Vigário, Ph.D
Order of Authors Secondary Information:	
Abstract:	Introduction: Inspiratory muscle training (IMT) has been used in sports to improve factors that can positively influence sports performance. However, the effects of IMT on athletes with disabilities are less well explored. This study aimed to investigate the effects of IMT on the pulmonary function, respiratory muscle strength, cardiorespiratory and sports skills performance and quality of life (QoL) of wheelchair rugby (WCR) athletes. Methods: A pre-post-intervention case series study of IMT was carried out with six WCR athletes. Pulmonary function (spirometry), respiratory muscle strength (manovacuometry), aerobic (cardiopulmonary exercise test) and WCR skills (Beck Battery) performance and QoL (WHOQOL-DIS) were investigated. Participants were submitted to a six-week IMT involving 30 dynamic inspiratory maneuvers twice daily for five days/week. Results: Increases in maximum load (+14.6%; p = 0.03), maximum effort time (+19.4%; p = 0.03), absolute and percent of predicted maximal expiratory muscle pressure (both +13.2%; p = 0.04) and absolute and percent of predicted maximal inspiratory muscle pressure (both +28.6%; p = 0.04) were observed. No significant differences were observed for pulmonary function variables, WCR skills performance or QoL. Conclusion: IMT seemed to be effective at improving the respiratory muscle strength and aerobic performance of WCR players but there was no impact on pulmonary function, sports skills performance or QoL.

Manuscrito(s) para Submissão

NOTA SOBRE MANUSCRITOS PARA SUBMISSÃO

Este arquivo contém manuscrito(s) a ser(em) submetido(s) para publicação para revisão por pares interna. O conteúdo possui uma formatação preliminar considerando as instruções para os autores do periódico-alvo. A divulgação do(s) manuscrito(s) neste documento antes da revisão por pares permite a leitura e discussão sobre as descobertas imediatamente. Entretanto, o(s) manuscrito(s) deste documento não foram finalizados pelos autores; podem conter erros; relatar informações que ainda não foram aceitas ou endossadas de qualquer forma pela comunidade científica; e figuras e tabelas poderão ser revisadas antes da publicação do manuscrito em sua forma final. Qualquer menção ao conteúdo deste(s) manuscrito(s) deve considerar essas informações ao discutir os achados deste trabalho.

3.1 Correlação entre função diafragmática e força muscular respiratória em pessoas com lesão medular

3.1.1 Contribuição dos autores do manuscrito para submissão #1

Iniciais dos autores, em ordem:								
Concepção	KR	PV	LB	RC	LC	TM	JA	AL
Métodos	PV	KR	LB	RC	LC	TM	JA	AL
Programação	PV	KR	LB	RC	LC	TM	JA	AL
Validação	-	-						
Análise formal	PV	KR	LB	RC	LC	TM	JA	AL
Investigação	KR	PV	LB	RC	LC	TM	JA	AL
Recursos	-	-						
Manejo dos dados	KR	PV	LB	RC	LC	TM	JA	AL
Redação do rascunho	KR	PV	LB	RC	LC	TM	JA	AL
Revisão e edição	PV	KR	LB	RC	LC	TM	JA	AL
Visualização	-	-						
Supervisão	-	-						
Administração do projeto	-	-						
Obtenção de financiamento	-	-						

Contributor Roles Taxonomy (CRediT)¹

¹ Detalhes dos critérios em: <https://doi.org/10.1087/20150211>

Correlação entre função diafragmática e força muscular respiratória em pessoas com lesão medular

Karina Reis da Silva¹

Larissa Carqueija Barranco¹

Rayanne Costa Sales¹

Lucas Costa da Silva Souza¹

Thiago Thomaz Mafort²

Joana Acar Silva²

Agnaldo José Lopes^{1,2,3}

Patrícia dos Santos Vigário¹

¹Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação (PPGCR); Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM).

²Departamento de Pneumologia do Hospital Universitário Pedro Ernesto da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Autor de correspondência: Patrícia Vigário

Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação

Rua Dona Isabel, n.94, Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 21032-060.

e-mail: patriciavigario@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivo: Verificar se existe correlação associação entre função diafragmática e força muscular respiratória em pessoas com LM. **Métodos:** Estudo seccional com 33 pessoas com LM entre T1 e L2. Para a avaliação da função diafragmática foram feitas as medidas de mobilidade diafragmática em volume corrente (cm) e máxima (cm), e fração de espessamento (ultrassonografia). A força muscular respiratória foi avaliada pelas medidas das pressões inspiratória ($PI_{m\acute{a}x}$; cmH₂O) e expiratória ($PE_{m\acute{a}x}$; cmH₂O) máximas (manovacuometria). Foram calculados o coeficiente de correlação de Pearson para identificar a correlação entre as variáveis de desfecho e as variáveis independentes. Modelos de regressão linear foram feitos para investigar a influência da força muscular respiratória na função diafragmática. **Resultados:** A fração de espessamento não se correlacionou com nenhuma das variáveis independentes consideradas no estudo. A $PI_{m\acute{a}x}$ apresentou correlação negativa média e estatisticamente significativa com a mobilidade diafragmática máxima ($r = -0,375$; $p = 0,031$) e correlação negativa grande e estatisticamente significativa com a mobilidade diafragmática em volume corrente ($r = -0,558$; $p = 0,001$). O resultado da regressão linear demonstrou que pode ser assumido que há uma influência significativa da $PI_{m\acute{a}x}$ na mobilidade diafragmática máxima ($F(1, 31) = 5,084$, $p = 0,031$; $R^2 = 0,141$), tal como também demonstrado para a mobilidade diafragmática em volume corrente ($F(1, 31) = 14,025$, $p = 0,001$; $R^2_{ajustado} = 0,311$). **Conclusão:** Em pessoas com LM a força muscular inspiratória está correlacionada com mobilidade diafragmática máxima e em volume corrente, mas não com a fração de espessamento.

Palavras-chave: reabilitação; músculos respiratórios; testes de função pulmonar; cadeira de rodas; ultrassonografia.

Abstract

Spinal cord injury (SCI) causes significant health damage to individuals and can have consequences for different body systems, including the respiratory system. The degree of impairment of functions depends, among several factors, on the level of the spinal segment that was affected. Objective: To verify whether there is a correlation between diaphragmatic function and respiratory muscle strength in individuals with SCI. Methods: Cross-sectional study with 33 individuals with SCI between T1 and L2. To assess diaphragmatic function, measurements of diaphragmatic mobility in tidal volume (cm) and maximum volume (cm), and thickening fraction (ultrasonography) were taken. Respiratory muscle strength was assessed by measuring maximum inspiratory (MIP; cmH₂O) and expiratory (MEP; cmH₂O) pressures (manovacuometry). Pearson's correlation coefficient was calculated to identify the correlation between the outcome variables and the independent variables. Linear regression models were created to investigate the influence of respiratory muscle strength on diaphragmatic function. Results: The thickening fraction did not correlate with any of the independent variables considered in the study. MIP showed a medium and statistically significant negative correlation with maximum diaphragmatic mobility ($r = -0.375$; $p = 0.031$) and a large and statistically significant negative correlation with diaphragmatic mobility in tidal volume ($r = -0.558$; $p = 0.001$). The result of the linear regression demonstrated that it can be assumed that there is a significant influence of MIP in maximum diaphragmatic mobility ($F(1, 31) = 5.084$, $p = 0.031$; $R^2 = 0.141$), as also demonstrated for diaphragmatic mobility in tidal volume ($F(1, 31) = 14.025$, $p = 0.001$; adjusted $R^2 = 0.311$). Conclusion: In people with SCI, inspiratory muscle strength is correlated with maximal diaphragmatic mobility and tidal volume, but not with thickening fraction.

Keywords: spinal cord injuries; diaphragm; ultrasound; lung function; physical activity.

INTRODUÇÃO

A lesão medular (LM) está associada a limitações na função respiratória que variam de acordo com as características da lesão e o segmento da coluna acometido (LEMOS et al., 2020), sendo mais severas em lesões cervicais altas (ZHU et al., 2021). Lesões medulares acima da terceira vértebra cervical (C3) impactam diretamente a funcionalidade do diafragma uma vez que este músculo é inervado pelos nervos frênicos provenientes das raízes nervosas da terceira à quinta vértebras cervicais (C3-C5) (RICOY; TOUBES; RIVEIRO, 2019; SANTANA et al., 2020). Em lesões abaixo dos nervos frênicos, a paralisia dos músculos expiratórios também pode comprometer a função do diafragma (Zhu et al., 2021).

A fraqueza, parestesia e/ou paralisia dos músculos respiratórios (NASCIMENTO; FLEIG, 2020) e a mobilidade diafragmática diminuída são fatores que implicam em uma mecânica ventilatória menos eficiente, aumentando o risco de doenças respiratórias (XIE et al., 2023). Por isso, em pessoas com LM, as complicações respiratórias estão entre as principais causas de morte e hospitalização ao longo da vida (BRÜGGEMANN et al., 2018; REYES et al., 2020; SCHILERO; BAUMAN; RADULOVIC, 2018).

Em pessoas saudáveis (CARDENAS et al., 2018) e em pessoas com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (SOUZA et al., 2019) foi descrita uma correlação positiva entre força muscular inspiratória, medida pela manovacuometria, e a mobilidade diafragmática, medida pela ultrassonografia. Embora pessoas com LM apresentem comprometimentos na função diafragmática e na força muscular respiratória (MALAS et al., 2019; WANG; ZHANG; XU, 2020), que seja de conhecimento dos autores até o momento não se sabe se esta correlação também existe.

Identificar se essa relação também ocorre em pessoas com LM possui importante relevância clínica, pois a manovacuometria, um método não-invasivo de baixo custo para a avaliação da força muscular respiratória, pode representar uma ferramenta para a avaliação da função diafragmática de pessoas com LM que não possuem acesso à ultrassonografia, um método mais sofisticado e de mais alto custo.

Nesse contexto, objetivo do estudo foi verificar se existe relação entre a função diafragmática (mobilidade e espessura), avaliada pela ultrassonografia, e a força muscular respiratória, avaliada pela manovacuometria, em pessoas com LM. A

hipótese é que a mobilidade e a espessura diafragmática estejam positivamente correlacionadas com a força muscular respiratória.

MÉTODOS

Delineamento do estudo e participantes

Trata-se de um estudo seccional, com coleta prospectiva de dados entre os meses agosto de 2022 e agosto de 2023. As avaliações foram realizadas no Departamento de Pneumologia da Policlínica Piquet Carneiro, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. A amostra foi composta por pessoas com LM selecionadas por conveniência em duas organizações voltadas para a inclusão de pessoas com deficiência física em ações de promoção da saúde. Os critérios de inclusão foram: homens e mulheres idade igual ou maior que 18 anos; ter LM incompleta há mais de ano; ser usuário de cadeira de rodas. Como critérios de exclusão foram considerados tabagismo atual ou carga tabágica maior que 20 anos-maço (GOUVEIA et al., 2020) e a presença de limitações físicas ou funcionais que impedissem a realização do protocolo do estudo.

Esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Augusto Motta (CAAE 37041820.4.0000.5235) e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido antes da participação no estudo.

Caracterização dos participantes

As características sociodemográficas e relativas à deficiência foram obtidas por meio do preenchimento de uma anamnese. Weight was measured with the participant sitting in the wheelchair in a appropriated scale (scale precision of 0.1 kg; ID-M300 kg, Filizola, Brazil), and height was measured in a supine position as the distance from the top of the head to the base of the feet (tape precision of 0.1 cm; CESCORF, Brazil) (GORLA, 2020; GUEDES; GUEDES, 2005). O nível de atividade física obtido pelo questionário *Leisure Time Physical Activity Questionnaire for People With Spinal Cord Injury* (LTPAQ-SCI), sendo o resultado apresentado como o total de minutos de atividade física realizada no tempo de lazer nos últimos sete dias (GINIS et al., 2012).

Função pulmonar

Lung volumes and capacities were assessed by spirometry following the standardization and interpretation established by the American Thoracic Society guidelines (Graham et al 2019). The test was performed in a sitting position and participants were encouraged to take a deep inspiration with subsequent rapid and forced expiration into a mouthpiece connected to a spirometer (Spirom 3; Codax Ltda, Rio de Janeiro, Brazil) (Pereira 2002). The parameters considered were absolute forced vital capacity (FVC; L) and percent of predicted; forced expiratory volume in the first second (FEV₁; L) and percent of predicted; and FEV₁/ FVC ratio. The absolute values were compared to the predicted values for the Brazilian population (Neder et al 1999; Pereira et al 2007). Examinations were performed by a single experienced pneumologist, and environmental conditions such as temperature and barometric pressure were controlled by calibrating the spirometer before each exam.

Força muscular respiratória

Maximal inspiratory and expiratory pressures (MIP and MEP, respectively; cmH₂O) were assessed using an analog manovacuumeter (Murenas, Juiz de Fora, MG, Brazil). Os participantes do estudo foram avaliados na posição sentada, com o tronco formando um ângulo de 90° com as coxas, levando-se em conta o controle de tronco. For MIP assessment, the participants were instructed to perform a maximal forced inspiration maneuver, starting initially from the residual volume after a maximum expiration. For MEP assessment, participants performed a maximal inspiration (up to total lung capacity) followed by a maximal forced expiration (Souza 2002). For both MIP and MEP, five maximum attempts were performed at intervals of 30 seconds, with the highest measured value being considered the result. These values were compared with predicted values for the age group, gender, and height of the Brazilian population (Neder et al 1999).

Função diafragmática

Diaphragmatic function was assessed by ultrasonography (Mindray UMT-150, Mindray Co., Ltd., Shenzhen, China), utilizando-se de dois recursos: (a) o modo B (*Bright*), que permite a criação de imagem bidimensional convencional e pode-se

encontrar a estrutura, e (b) o modo M (*Move*), que permite acompanhar a imagem ao longo do tempo, e serve para analisar o deslocamento craniocaudal da cúpula do diafragma durante o ciclo respiratório (BOUSSUGES et al., 2020; SANTANA et al., 2020; ZEITOUNE et al., 2020).

During the examination, participants remained in the supine position at zero degrees because it exhibited lower global and side-to-side variability and higher reproducibility (Sarwal et al., 2013). Foi utilizada a janela acústica hepática subcostal à direita para visualização da estrutura. Para a avaliação da mobilidade foi utilizado o transdutor convexo de 4.5 MHz durante os ciclos respiratórios e durante a inspiração e a expiração máximas. Para avaliação da espessura foi utilizado o transdutor linear de 10 MHz (BOUSSUGES et al., 2020; BOUSSUGES; FINANCE, 2021; ZEITOUNE et al., 2020).

Todas as avaliações foram feitas pelo mesmo avaliador (T. T. M.), com 6 anos de experiência em ultrassonografia. Foram realizadas três medidas em série para a mobilidade e para a espessura do diafragma, e o maior valor foi registrado em centímetros (cm). Os seguintes valores foram considerados como patológicos: (a) mobilidade diafragmática em volume corrente: <0,9 cm para mulheres e <1 cm para homens; (b) mobilidade diafragmática máxima <3,7 cm para mulheres e <4,7 cm para homens na (BOUSSUGES; GOLE; BLANC, 2009). A fração de espessamento foi obtida através da razão: (espessura no final da inspiração - espessura no final da expiração)/ espessura no final da expiração (BOUSSUGES et al., 2020).

Procedimentos estatísticos

A distribuição dos dados foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk. A análise descritiva foi apresentada por meio do cálculo da média \pm desvio-padrão (valores mínimo e máximo) para as variáveis quantitativas, e por meio da frequência absoluta (frequência relativa) para as variáveis qualitativas. Para a verificação da correlação entre as três variáveis dependentes consideradas no estudo (mobilidade diafragmática em volume corrente, mobilidade diafragmática máxima e fração de espessamento) e as variáveis independentes idade, tempo de LM, atividade física, pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson. Os coeficientes foram classificados como: $0,10 < r < 0,29$ = pequeno; $0,30 < r < 0,49$ = médio e $r > 0,50$ = grande (Cohen, 1998).

Em seguida, foram realizadas regressões lineares utilizando nos modelos as variáveis dependentes e independentes que se mostraram estatisticamente correlacionadas nas correlações simples. As análises foram realizadas no software IBM SPSS Statistics 21 e o nível de significância adotado foi de 5%.

RESULTADOS

A caracterização demográfica, força muscular respiratória, função diafragmática e função pulmonar dos 33 participantes estão apresentadas na Tabela 1. Os participantes tinham LM entre os segmentos T1 (primeira vértebra torácica) e L2 (segunda vértebra lombar) da coluna vertebral. Um total de 39.9% alcançou o valor predito para $PI_{máx}$ e 30.3% para $PE_{máx}$. Os valores médios encontrados para mobilidade diafragmática máxima e em volume corrente corresponderam aos valores considerados normais. Somente um participante apresentou valor patológico de mobilidade diafragmática máxima.

A fração de espessamento não se correlacionou com nenhuma das variáveis independentes consideradas no estudo (Tabela 2). A $PI_{máx}$ apresentou correlação negativa média e estatisticamente significativa com a mobilidade diafragmática máxima ($r = -0,375$; $p = 0,031$) e correlação negativa grande e estatisticamente significativa com a mobilidade diafragmática em volume corrente ($r = -0,558$; $p = 0,001$). A partir desses resultados, os modelos de regressão linear consideraram como variáveis dependentes somente a mobilidade diafragmática máxima e a mobilidade diafragmática em volume corrente, e a $PI_{máx}$ como variável independente.

O resultado da regressão linear demonstrou que pode ser assumido que há uma influência significativa da $PI_{máx}$ na mobilidade diafragmática máxima ($F(1, 31) = 5,084$, $p = 0,031$; $R^2 = 0,141$), tal como também demonstrado para a mobilidade diafragmática em volume corrente ($F(1, 31) = 14,025$, $p = 0,001$; $R^2_{ajustado} = 0,311$).

Tabela 1. Características demográficas, atividade física, força muscular respiratória, função diafragmática e função pulmonar dos participantes do estudo (n=33)

Variáveis*	Participantes (n = 33)
Sexo	
Feminino	9 (27%)
Masculino	24 (72%)
Idade (anos)	44.6±10.4 (22 / 68)
Massa Corporal Total (kg)	72.8±15.8 (52.6 / 117.9)
Estatura (m)	1.67±0.07 (1.46 / 1.85)
Tempo de LM	14.4±11.5 (1 / 45)
Total de minutos de atividade física de lazer na semana	692.2±831 (0.0 / 3600.0)
PI _{máx} (cmH ₂ O)	-113±37.1 (-190 / -40)
PI _{máx} (cmH ₂ O) predito	-122.4±9.7 (-100.2/-137.8)
PE _{máx} (cmH ₂ O)	97.7±40.2 (30.0 / 180.0)
PE _{máx} (cmH ₂ O) predito	119.5±19.0(81.4/ 146.9)
Mobilidade diafragmática em volume corrente (cm)	2.52±1.03 (1.03 / 6.45)
Mobilidade diafragmática máxima (cm)	7.25±1.53 (3.52 / 10.26)
Espessamento diafragmático na inspiração (cm)	0.41±0.13 (0.16 / 0.83)
Espessamento diafragmático na expiração (cm)	0.24±0.06 (0.11 / 0.46)
Fração de espessamento	74.97±50.98(3.85/207.41)
CVF (L)	79.96±16.10(43.30/119.40)
VEF1 (L)	84.37±16.26 (52.0 /123.90)
CVF/VEF1	87.62±8.21 (69.55 / 100.0)

*Valores apresentados como média ±desvio-padrão (valor mínimo/valor máximo) para variáveis quantitativas e frequência absoluta (frequência relativa) para as variáveis qualitativas. LM= Lesão medular; PI_{máx} = pressão inspiratória máxima; PE_{máx} = pressão inspiratória máxima; CVF = capacidade vital forçada; VEF1 = volume expiratório forçado em 1 segundo.

Tabela 2. Correlação entre variáveis de função diafragmática, demográficas e força muscular respiratória (n=33).

	Mobilidade diafragmática máxima (cm)		Mobilidade diafragmática em volume corrente (cm)		Fração de espessamento	
	<i>r</i> *	<i>p</i> **	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Idade (anos)	-0,024	0,896	0,164	0,363	-0,159	0,376
Tempo de LM (anos)	-0,172	0,338	0,102	0,573	-0,058	0,749
Atividade física (min/sem)	0,105	0,560	0,137	0,446	0,071	0,693
PI _{máx} (cmH ₂ O)	-0,375	0,031	-0,558	0,001	-0,048	0,789
PE _{máx} (cmH ₂ O)	0,117	0,515	0,174	0,333	0,008	0,965

LM= Lesão medular; PI_{máx} = pressão inspiratória máxima; PE_{máx} = pressão inspiratória máxima. **r*= coeficiente de correlação de Pearson; ***p*= significância estatística quando *p*<0,05.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo investigar se a força muscular respiratória se correlaciona com a função diafragmática em indivíduos com LM. Os resultados sugerem que não há associação entre a PI_{máx} e a PE_{máx} com o espessamento do diafragma, em contrapartida, foi encontrada uma correlação da mobilidade diafragmática com a PI_{máx}, tal qual é maior quando o desfecho é a mobilidade diafragmática em volume corrente.

Em relação à força muscular inspiratória, Cardenas et al. (2017) testaram a hipótese de que esta variável poderia estar relacionada à mobilidade diafragmática, especialmente na respiração profunda, encontrando assim uma correlação moderada entre a PI_{máx} e a mobilidade diafragmática máxima em indivíduos saudáveis. Este achado é corroborado pelo estudo observacional realizado por Spiesshoefer &

Langenbruch (2020) com indivíduos saudáveis sem LM, no qual buscaram correlacionar achados ultrassonográficos com variáveis correspondentes a força muscular respiratória, identificando uma correlação moderada entre mobilidade diafragmática máxima e a $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ ($r=0.44$ e 0.47 , respectivamente, com $p<0,05$), para além disso, encontraram uma correlação moderada entre a capacidade vital forçada e a mobilidade diafragmática. Todavia, em ambos os estudos não foram registradas medidas significativas quanto a correlação entre as pressões inspiratórias e a mobilidade diafragmática em volume corrente.

Uma correlação entre a $PI_{máx}$ e a mobilidade diafragmática parece plausível quando consideramos que a $PI_{máx}$ reflete a força dos músculos inspiratórios, ou seja, do diafragma, dos intercostais externos e dos acessórios (esternocleidomastóideo, e escalenos) que contribuem para a eficiência das excursões diafragmáticas (SANTANA et al., 2020; WANG; ZHANG; XU, 2020). Em indivíduos saudáveis, o diafragma é o principal músculo na inspiração em repouso, em situações com uma demanda ventilatória aumentada, os músculos acessórios tornam-se mais ativos, todavia possuem uma resistência de fadiga reduzida quando comparados ao diafragma (RICOY; TOUBES; RIVEIRO, 2019).

Por conseguinte, uma informação que deve ser considerada é o envolvimento dos músculos respiratórios durante a propulsão da cadeira de rodas ou em exercícios de membros superiores levando-os a fadiga, essa relação ainda não está clara na literatura, e portanto, não sabemos até que ponto a respiração é prejudicada por esse fator (TILLER; IAN G. CAMPBELL; ROMER, 2017). Indivíduos com LM abaixo do nível C5 possuem a função do diafragma preservada, porém podem apresentar prejuízos em outros músculos atuantes na inspiração e expiração, o que pode também interferir na eficiência do diafragma (NASCIMENTO; FLEIG, 2020; ZHU et al., 2021).

No entanto, um dos fatores que podem explicar porque a mobilidade diafragmática em volume corrente é mais influenciada pela $PI_{máx}$ é o fato da $PI_{máx}$ representar não só a força do diafragma mas também dos outros músculos inspiratórios que durante uma respiração máxima podem atuar de forma divergente na mecânica ventilatória quando comparado com os indivíduos saudáveis (BRÜGGEMANN et al., 2018; SCHILERO; BAUMAN; RADULOVIC, 2018). A ausência de correlação entre a $PE_{máx}$ e a mobilidade diafragmática fortalece ainda mais essa possível explicação ao observarmos que os valores medianos da $PE_{máx}$ na análise

descritiva foram menores que da $PI_{m\acute{a}x}$, haja visto que os principais músculos envolvidos na expiração recebem inervaoes provenientes a partir do segmento T1 (MATEUS; BERALDO; HORAN, 2007). Apesar de a distribuição dos participantes ter sido bem equilibrada quanto ao nível da lesão, apenas 1 voluntário tinha lesão acima do nível C5, com característica incompleta, e com a $PI_{m\acute{a}x}$ e a $PE_{m\acute{a}x}$ dentro dos valores previstos para o sexo e a idade.

A força muscular respiratória pode ser influenciada por diferentes fatores como, sexo, idade, nível de atividade física e tipo de atividade física realizada (BROWN et al., 2013; CHEN; KUO, 1989; GEE et al., 2019). Em indivíduos com LM, certamente o nível e o tipo de lesão também influenciam na força dos músculos envolvidos na inspiração e na expiração, alterando assim as pressões inspiratórias e expiratórias (MALAS et al., 2019; MATEUS; BERALDO; HORAN, 2007; WANG; ZHANG; XU, 2020). Possivelmente isso explica porque apenas 37% dos participantes analisados alcançaram o valor predito para $PI_{m\acute{a}x}$ e 29% para $PE_{m\acute{a}x}$. Apesar disso, o efeito produzido pelo nível e tipo de lesão sobre a correlação encontrada foi irrelevante.

Alguns estudos evidenciam a influência da atividade física na força muscular respiratória (BROWN et al., 2013; GEE et al., 2019; LEMOS et al., 2020). Entretanto, os estudos que buscaram de alguma forma abordar os efeitos da atividade física ou do exercício físico sobre o diafragma se concentraram na espessura do músculo ou na fração de espessamento, e não na mobilidade (BROWN et al., 2013; MALAS et al., 2019). Neste sentido, as características metodológicas e demográficas do presente estudo são bem relevantes, haja vista a escassez de homogeneidade metodológica e amostral nessa linha de investigação.

O presente estudo possui algumas limitaoes como o tamanho amostral relativamente reduzido para proporcionar um poder estatístico para uma análise de correlação mais robusta. Em contrapartida, indivíduos com lesões medulares podem apresentar características distintas, complexas e se diferenciarem entre si funcionalmente, mesmo com níveis semelhantes de lesão, inviabilizando uma homogeneidade nas classificaoes funcionais efetivamente. Por fim, não foram realizadas análises de correlação do nível de atividade física e das características da lesão isoladas, o que poderia gerar respostas mais abrangentes para esta pesquisa.

A força ventilatória reduzida pode promover uma redução dos volumes pulmonares e conseqüentemente a tolerância ao esforço (GEE et al., 2019), o que pode contribuir para que essa população que já possui níveis de atividade física reduzidos fique ainda mais inativa, os indivíduos podem se cansar com mais facilidade durante o exercício, tolerar menos o esforço afetando dessa forma o desempenho atlético e o desempenho em tarefas de vida diária (DAWKINS; CURRY, 2019; SOUTO et al., 2021; WANG; ZHANG; XU, 2020). Os resultados desse estudo podem agregar no conhecimento dos profissionais da área da saúde, favorecendo a adoção de estratégias e recursos para a avaliação, tratamento e treinamento desses indivíduos.

CONCLUSÃO

Em pessoas com LM a força muscular inspiratória está correlacionada com mobilidade diafragmática máxima e em volume corrente, mas não com o fração de espessamento. Os resultados encontrados podem contribuir para futuras pesquisas que visem entender os mecanismos associados a função diafragmática e a possíveis intervenções a fim de melhorar a força muscular respiratória e a função diafragmática. Pesquisas futuras também devem considerar a importância da investigação sobre a função diafragmática comparando grupos sedentários e fisicamente ativos com LM em diferentes níveis lesão.

Agradecimentos

This study was partially funded by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel – Brazil (CAPES; Funding Code 001), by the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ; Public Notice E-26/203.256/2017) and by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq).

REFERÊNCIAS

BOUSSUGES, A. et al. Assessment of diaphragmatic function by ultrasonography: Current approach and perspectives. **World J Clin Cases**, v. 8, n. 12, p. 2408–2425, 2020.

BOUSSUGES, A.; FINANCE, J. Diaphragmatic motion recorded by M-mode ultrasonography : limits of normality. **ERJ Open Res**, v. 7, n. 1, p. 714, 2021.

BOUSSUGES, A.; GOLE, Y.; BLANC, P. Diaphragmatic motion studied by M-mode ultrasonography. **Chest**, v. 135, n. 2, p. 391–400, 2009.

BROWN, P. I. et al. Ventilatory muscle strength , diaphragm thickness and pulmonary function in world-class powerlifters. **Eur J Appl Physiol**, v. 113, n. 11, p. 2849–2855, 2013.

BRÜGGEMANN, A. K. V. et al. Mobilidade diafragmática direita e esquerda em indivíduos saudáveis e na doença pulmonar obstrutiva crônica. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 25, n. 2, p. 126–133, 2018.

CARDENAS, L. Z. et al. Diaphragmatic Ultrasound Correlates with Inspiratory Muscle Strength and Pulmonary Function in Healthy Subjects. **Ultrasound in Medicine & Biology**, v. 44, n. 4, p. 786–793, 2018.

CARVALHO, Z. M. F. et al. Avaliação da funcionalidade de pessoas com lesão medular para atividades da vida diária. **Aquichan**, v. 14, n. 2, p. 148–158, 2014.

CHEN, H.; KUO, C. Relationship between respiratory and age , sex , and other factors muscle function. **J Appl Physiol**, v. 66, n. 2, p. 943–948, 1989.

DAWKINS, T. G.; CURRY, B. A. Respiratory muscle training in spinal cord injury: a breath of fresh air for the heart. **The Journal of Physiology**, v. 597, n. 23, p. 5533–5534, 2019.

FEHLINGS, M. G. et al. A Clinical Practice Guideline for the Management of Acute Spinal Cord Injury: Introduction, Rationale, and Scope. **Global Spine Journal**, v. 7, n. 3, p. 84S-94S, 2017.

GEE, C. M. et al. Respiratory muscle training in athletes with cervical spinal cord injury: effects on cardiopulmonary function and exercise capacity. **The Journal of physiology**, v. 597, n. 14, p. 3673–3685, 2019.

GINIS, K. A. M. et al. Reliability and validity tests of the leisure time physical activity questionnaire for people with spinal cord injury. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 93, n. 4, p. 677–682, 2012.

GORLA, J. I. **Manual de medidas e avaliação físico/motora – deficiência física**. Curitiba: [s.n.].

GOUVEIA, T. D. S. et al. Smoking history: Relationships with inflammatory markers, metabolic markers, body composition, muscle strength, and cardiopulmonary capacity in current smokers. **J Bras Pneumo**, v. 46, n. 5:e20180353, 2020.

GUEDES, D. P.; GUEDES, P. J. E. R. **Manual Pratico para Avaliação em Educação Física**. Sao Paulo: [s.n.].

KIM, C. Y. et al. Short-term effects of respiratory muscle training combined with the abdominal drawing-in maneuver on the decreased pulmonary function of individuals with chronic spinal cord injury: A pilot randomized controlled trial. **Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 40, n. 1, p. 17–25, 2017.

LEMOS, J. R. et al. Respiratory muscle training in non-athletes and athletes with spinal cord injury: A systematic review of the effects on pulmonary function, respiratory muscle strength and endurance, and cardiorespiratory fitness based on the FITT principle of exercise prescription. **Journal of back and musculoskeletal rehabilitation**, v. 33, n. 4, p. 655–667, 2020.

MALAS, F. Ü. et al. Diaphragm ultrasonography and pulmonary function tests in patients with spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 57, n. 8, p. 679–683, 2019.

MATEUS, S. R. M.; BERALDO, P. S. S.; HORAN, T. A. Maximal static mouth respiratory pressure in spinal cord injured patients: correlation with motor level. **Spinal Cord**, v. 45, p. 569–575, 2007.

NASCIMENTO, I. B. DO; FLEIG, R. Mobility impact and methods of diaphragm monitoring in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review. **Clinics**, v. 75: e1428, 2020.

REYES, M. R. L. et al. A Primary Care Provider's Guide to Managing Respiratory Health in Subacute and Chronic Spinal Cord Injury. **Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation**, v. 26, n. 2, p. 116, 2020.

RICOY, J.; TOUBES, M. E.; RIVEIRO, V. Diaphragmatic dysfunction. **Pulmonology**, v. 25, n. 4, p. 223–235, 2019.

SANTANA, P. V. et al. Diaphragmatic ultrasound : a review of its methodological aspects and clinical uses. **J Bras Pneumol.**, v. 46, n. 6: e20200064, 2020.

SCHILERO, G. J.; BAUMAN, W. A.; RADULOVIC, M. Traumatic Spinal Cord Injury Pulmonary Physiologic Principles and Management. **Clinics in Chest Medicine**, v. 39, n. 2, p. 411–425, 2018.

SOUTO, E. C. et al. Proposal for a program of physical exercise for adults with spinal cord injury: Effects on body composition. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 21, n. 2, p. 915–921, 2021.

SOUZA, R. M. P. et al. Inspiratory muscle strength, diaphragmatic mobility, and body composition in chronic obstructive pulmonary disease. **Physiotherapy Research International**, v. 24, n. 2: e1766, 2019.

SPIESSHOEFER, J.; LANGENBRUCH, L. Evaluation of Respiratory Muscle Strength and Diaphragm Ultrasound : Normative Values , Theoretical Considerations , and Practical Recommendations. **Respiration**, v. 99, n. 5, p. 369–381, 2020.

TILLER, N. B.; IAN G. CAMPBELL; ROMER, L. M. Influence of Upper-Body Exercise on the Fatigability of Human Respiratory Muscles. **Med Sci Sports Exerc**, v. 49, n. 7, p. 1461–1472, 2017.

WANG, X.; ZHANG, N.; XU, Y. Effects of Respiratory Muscle Training on Pulmonary Function in Individuals with Spinal Cord Injury: An Updated Meta-analysis. **BioMed Research International**, v. 2020: 7530, 2020.

XIE, Y. et al. Changes in respiratory structure and function after traumatic cervical spinal cord injury: observations from spinal cord and brain. **Frontiers in Neurology**, v. 14: 125183, 2023.

ZEITOUNE, R. et al. Diaphragm ultrasonography in adults with sickle cell anemia: evaluation of morphological and functional aspects. **Hematology**, v. 25, n. 1, p. 372–382, 2020.

ZHU, Z. et al. Ultrasonographic evaluation of diaphragm thickness and excursion in patients with cervical spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 44, n. 5, p. 742, 2021.

