



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

KATIA PRENDA DE SOUZA

PREDIÇÃO DO CONSUMO DE OXIGÊNIO DE PICO A PARTIR DE
VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, DE ESFORÇO E ALTURA DA
LESÃO MEDULAR

RIO DE JANEIRO

2020

KÁTIA PRENDA DE SOUZA

**PREDIÇÃO DO CONSUMO DE OXIGÊNIO DE PICO A PARTIR DE VARIÁVEIS
ANTROPOMÉTRICAS, DE ESFORÇO E ALTURA DA LESÃO MEDULAR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta como requisito parcial para obtenção do grau de mestre, na linha de pesquisa: Reabilitação no Esporte e no Esporte Adaptado.

Orientador(a): Prof. Dr^a. Patrícia dos Santos Vigário

RIO DE JANEIRO

2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pelo Sistema de bibliotecas e
Informação – SBI – UNISUAM

615.8 Souza, Kátia Prenda
S729p Predição do consumo de oxigênio de pico a partir de variáveis antropométricas de esforço e altura da lesão medular 2020 / Kátia Prenda Souza. Rio de Janeiro, 2020.
91 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação). Centro Universitário Augusto Motta, 2020.

1. Pessoa com deficiência 2. Lesão medular. 3. Consumo de oxigênio. 4. Composição corporal 5. Reabilitação. I. Título.

CDD 22.ed.

KÁTIA PRENDA DE SOUZA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta como requisito parcial para obtenção do grau de mestre, na linha de pesquisa: Reabilitação no Esporte e no Esporte Adaptado.

Data de aprovação: 17 de dezembro de 2020.

Orientador (a): 

Prof. Dr^a. Patrícia dos Santos Vigário
Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM)

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Igor Ramathur
Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM)



Prof. Dr. Thiago Lemos
Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM)



Prof. Dra. Ainá Innocencio
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Resumo

KATIA PRENDA DE SOUZA. PREDIÇÃO DO CONSUMO DE OXIGÊNIO DE PICO A PARTIR DE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, DE ESFORÇO E ALTURA DA LESÃO MEDULAR 2020. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências da Reabilitação) – Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro.

O $VO_{2máx}$ é a variável que melhor representa a aptidão aeróbia do indivíduo, porém em populações com limitações funcionais, como na lesão medular (LM), utiliza-se comumente o VO_{2pico} . A estimativa do $VO_{2máx/pico}$ por equações deve incluir variáveis que representem as características da população avaliada. Objetivo: elaborar uma equação de predição do VO_{2pico} em homens com LM a partir de variáveis antropométricas, variáveis de esforço e características relacionadas à LM. Métodos: Estudo seccional com 09 homens com LM alta incompleta e 08 com LM baixa completa (grupos TETRA e PARA, respectivamente). A aptidão cardiorrespiratória foi investigada por meio do teste cardiopulmonar de esforço em um cicloergômetro para membros superiores. As variáveis consideradas no pico do esforço foram: VO_{2pico} (L/min), carga (w) e frequência cardíaca (bpm). Em relação à composição corporal foram considerados: somatório de 4 dobras cutâneas (mm), massa corporal total (kg) e circunferência muscular de braço (cm). Como variável relativa à LM foi considerado o nível/ altura da LM (grupo). Um modelo de regressão linear multivariado com método “*Backward*” (SPSS 27.0; $\alpha=5\%$) foi feito para a predição do VO_{2pico} . Resultados: Os grupos mostraram-se semelhantes em relação à idade ($P=0,05$) e tempo de LM ($P=0,280$), e diferiram-se quanto às variáveis antropométricas e variáveis cardiopulmonares, com menores valores médios para o grupo TETRA (todos os $P<0,05$ e tamanho de efeito classificados como muito grande ou imenso). A análise resultou em um modelo estatisticamente significativo $F(2,14) = 25,25$; $p < 0,001$; $R^2=0,783$. A tolerância mostrou que o modelo atendeu ao pressuposto da colinearidade (valor de tolerância= 0,753). A equação resultante foi: $VO_{2pico} = 0,134 + 0,256 * \text{grupo (TETRA=0; PARA =1)} + 0,014 * \text{carga}_{pico} (w)$. Pela análise dos coeficientes β padronizados, observou-se que a carga ($\beta =0,686$) foi aproximadamente duas vezes mais importante que o grupo ($\beta=0,314$) na predição do VO_{2pico} . Conclusão: A carga no pico do esforço e a altura/nível da LM foram a variáveis que melhor predisseram o VO_{2pico} em homens com LM, enquanto as variáveis antropométricas não se mostraram associadas ao VO_{2pico} no modelo multivariado.

Palavras-chave: Pessoa com deficiência; lesão medular; consumo de oxigênio; composição corporal; reabilitação.

Abstract

VO₂max is the variable that best represents the individual's aerobic fitness, but in populations with limitations, such as spinal cord injury (SCI), VO₂peak is commonly used. The estimation of VO₂max / peak by equations must include variables that represent the characteristics of the evaluated population. Objective: to develop an equation to predict VO₂peak in men with SCI based on anthropometric variables, effort variables and characteristics related to SCI. Methods: Cross-sectional study with 09 men with incomplete high LM and 08 with complete low LM (TETRA and PARA groups, respectively). Cardiopulmonary fitness was investigated through cardiopulmonary exercise testing in an upper limb cycle ergometer. The variables evaluated at peak effort were: VO₂peak (L / min), load (w) and heart rate (bpm). Regarding body composition, the following were considered: sum of 4 skinfolds (mm), total body mass (kg) and arm muscle circumference (cm). As a variable related to LM, the level/height of the LM (group) was considered. A multivariate linear regression model with the "Backward" method (SPSS 27.0; α = 5%) was made for the prediction of VO₂peak. Results: The different groups were similar in terms of age (P = 0.05) and time since LM (P = 0.280), and differed in terms of anthropometric and cardiopulmonary variables, with lower mean values for the TETRA group (all P < 0.05 and effect size rated too large or immense). The analysis resulted in a statistically significant model F (2,14) = 25.25; p<0.001; R² = 0.783. The tolerance that the model met the collinearity assumption (tolerance value = 0.753). The resulting equation was: VO₂peak = 0.134 + 0.256 * group (TETRA = 0; PARA = 1) + 0.014 * peak load (w). By analyzing the standardized β coefficients, it was observed that the load (β = 0.686) was approximately twice as important as the group (β = 0.314) in predicting VO₂peak. Conclusion: The load at peak effort and height / LM level were the variables that best predicted the VO₂peak in men with ML, while the anthropometric variables are not associated with the VO₂peak in the multivariate model.

Keywords: Disabled person; spinal cord injury; oxygen consumption; body composition; rehabilitation.

Sumário

RESUMO	I
LISTA DE SIGLAS	V
LISTA DE FIGURAS	VII
CAPÍTULO 1 REVISÃO DE LITERATURA	8
1.1 INTRODUÇÃO	8
1.2 A LESÃO MEDULAR	13
1.3 CAPACIDADE CARDIORRESPIRATÓRIA EM ESFORÇO NA LESÃO MEDULAR	18
1.4 COMPOSIÇÃO CORPORAL NA LESÃO MEDULAR	26
1.1 JUSTIFICATIVAS	33
1.1.1 RELEVÂNCIA PARA AS CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO	33
1.1.2 RELEVÂNCIA PARA A AGENDA DE PRIORIDADES DO MINISTÉRIO DA SAÚDE	34
1.1.3 RELEVÂNCIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	35
1.2 OBJETIVOS	35
1.2.1 PRIMÁRIO/GERAL	35
1.2.2 SECUNDÁRIOS/ESPECÍFICOS	35
1.3 HIPÓTESES	36
CAPÍTULO 2 PARTICIPANTES E MÉTODOS	37
2.1 ASPECTOS ÉTICOS	37
2.2 DELINEAMENTO DO ESTUDO	37
2.2.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO	37
2.3 AMOSTRA	37
2.3.1 LOCAL DE RECRUTAMENTO DO ESTUDO	37
2.3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	38
2.3.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	38
2.4 PROCEDIMENTOS/METODOLOGIA PROPOSTA	38
2.4.1 CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA, DA DEFICIÊNCIA E DE TREINAMENTO ESPORTIVO	38
2.5 DESFECHOS	42
2.5.1 DESFECHO PRIMÁRIO	42
2.6 ANÁLISE DOS DADOS	42
2.6.1 TAMANHO AMOSTRAL (CÁLCULO OU JUSTIFICATIVA)	42
2.6.2 VARIÁVEIS DE CONTROLE	42
2.6.3 VARIÁVEIS DE EXPOSIÇÃO	42
2.6.4 VARIÁVEIS DE CONFUSÃO	42
2.6.5 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	43

<u>CAPÍTULO 3 RESULTADOS</u>	44
<u>CAPÍTULO 4 CONCLUSÃO</u>	58
<u>REFERÊNCIAS</u>	59
<u>APÊNDICE 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</u>	69
<u>APÊNDICE 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</u>	74
<u>ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO PARA A CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA E DEFICIÊNCIA</u>	78
<u>ANEXO 2 – QUESTIONÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO TREINAMENTO DESPORTIVO</u>	81
<u>ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – IPAQ</u>	83
<u>ANEXO 4 – CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ</u>	86

Lista de siglas

%G- Percentual de gordura
Ag/AgCl- prata/cloreto de prata
ASIA- *American Spinal Injury Association*
AVDs- Atividades da vida diária
C3 a C5- (Vertebras cervicais) Da terceira a quinta
CC– Composição corporal
CF- Classificação funcional
CO₂- Dióxido de carbono
DC- Débito cardíaco
FC- Frequência cardíaca
FCmáx- Frequência cardíaca máxima
FFM- *free fat mass*
FM- *fat mass*
FPAF- Ferimentos por projétil de arma de fogo
HDL- *high density lipoprotein*
IMC- Índice de massa corporal
IPAQ- *International Physical Activity Questionnaire*
LCR- Líquido cefalorraquidiano
L1-L2 – Primeira e segunda vertebrae lombares
LA- Limiar anaeróbico
LDL- *low density lipoprotein*
LF- *Low frequency – Baixa frequência*
LM- Lesão medular
L/min- Litro por minuto
LV₁- Primeiro limiar ventilatório
LV₂- Segundo limiar ventilatório
MCT- Massa corporal total
ONU- Organização das Nações Unidas
PCR- Ponto de compensação respiratória
PHF- Plano horizontal de Frankfurt
SNPS - Sistema nervoso parassimpático

QR -Quociente respiratório
SN- Sistema nervoso
SNA- Sistema nervoso autônomo
SNC- Sistema nervoso central
SNP- Sistema nervoso periférico
T1 a T12- (Vertebras torácicas) da primeira até a decima segunda
T6- Sexta vertebra torácica
TCLE- Termo de consentimento livre e esclarecido
TCPE- Teste cardiopulmonar de esforço progressivo
TRM- Trauma raquimedular
VCO₂– Volume de gás carbônico
Vo₂pico- Pico de consumo de oxigênio
VE- Ventilação pulmonar
VO₂– Volume de oxigênio
VO₂max– Volume máximo de oxigênio
VS- Volume sistólico

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Ilustração demonstrando complicações primárias e secundárias.....9
- Figura 2: Figura 2 Ilustração demonstrando a estrutura da medula espinhal.....15

Capítulo 1 Revisão de Literatura

1.1 Introdução

A lesão medular (LM) é um acontecimento bastante marcante e, na maior parte das vezes, traumático na vida de um indivíduo. As repercussões relacionadas à LM impactam substancialmente o dia-a-dia do indivíduo, abrangendo domínios como o físico, o emocional, a autoestima, a autoimagem e também o social e o econômico (BRASIL, 2012). Além desencadear uma complexa disfunção clínica e funcional, causada pelo dano ao tecido nervoso medular. Indiscutivelmente, a lesão medular causa alterações físicas e conseguir aceitar suas consequências é uma das grandes dificuldades entre os desafios que irão surgir para aqueles que sofrem esse tipo de lesão. O grau de insatisfação desses indivíduos em relação à qualidade de vida é bem significativo e está diretamente relacionado a todas as mudanças em seu cotidiano sejam físicas, sociais e econômicas que esse indivíduo passa a enfrentar após a lesão (ALCÂNTARA; SOUZA; ALMEIDA, 2015).

A nível mundial a incidência de Trauma Raquimedular (TRM) é de aproximadamente 15 a 40/milhão de casos por habitantes anualmente. Em 2013 havia aproximadamente 12 mil novos casos de LM traumática nos Estados Unidos por ano. No Brasil, a incidência desse tipo de lesão ainda não é bem definida devido à ausência de um sistema eficaz de notificação (MACEDO et al., 2017). Segundo FREITAS (2016), entre os indivíduos que sofrem TRM 48% evoluem a óbito, sendo que 80% dos acidentados vão a óbito no local onde ocorreu o acidente, e entre 4 e 15% durante o atendimento hospitalar. Já no Brasil estima-se um total entre 6 a 8 mil casos por ano, o que acaba por se tornar um grande problema de saúde pública por causar um alto custo ao sistema de saúde. Há um predomínio de ocorrências no sexo masculino, na faixa etária jovem com consequências sociais e econômicas por atingir preferencialmente indivíduos em idade produtiva. O número de indivíduos com LM traumática vem aumentando a cada ano em determinados países, isso se deve ao aumento da violência urbana, ocasionando um número maior de traumas (CORRÊA; LOPES NETO; LLAPA RODRIGUEZ, 2015). Outros fatores que também

levam à TRM são mergulho em águas rasas, acidentes automobilísticos, quedas de alturas e ferimentos por armas de fogo (FPAF) (DE OLIVEIRA CUSTÓDIO et al., 2009).

Quando ocorre a LM também ocorrem complicações primárias e secundárias que se não forem tratadas podem vir a ter consequências sistêmicas. Os mecanismos envolvidos nas LM primárias ocorrem por causa do dano mecânico celular nos axônios causado no momento que de fato ocorreu a lesão, que pode ser devido a traumas, compressões e impactos sobre o tecido neural, que podem levar à secção completa ou parcial da medula, sendo decorrente de uma transecção ou laceração que comumente é causada por um deslocamento severo ou por feridas penetrantes em sua estrutura. Já as complicações secundárias que geralmente levam à déficits neurológicos e inabilidade funcional são consequências de uma cascata de eventos que se desenvolvem ao longo do tempo após o trauma e causam alterações químicas intracelulares e apoptose na ruptura tecidual com hemorragia na substancia cinzenta, contusão ou laceração das fibras nervosas que acabam inchando e se desintegrando causando hipóxia, lesões hemorrágicas, e a destruição da mielina e dos axônios (FREITAS, 2016).

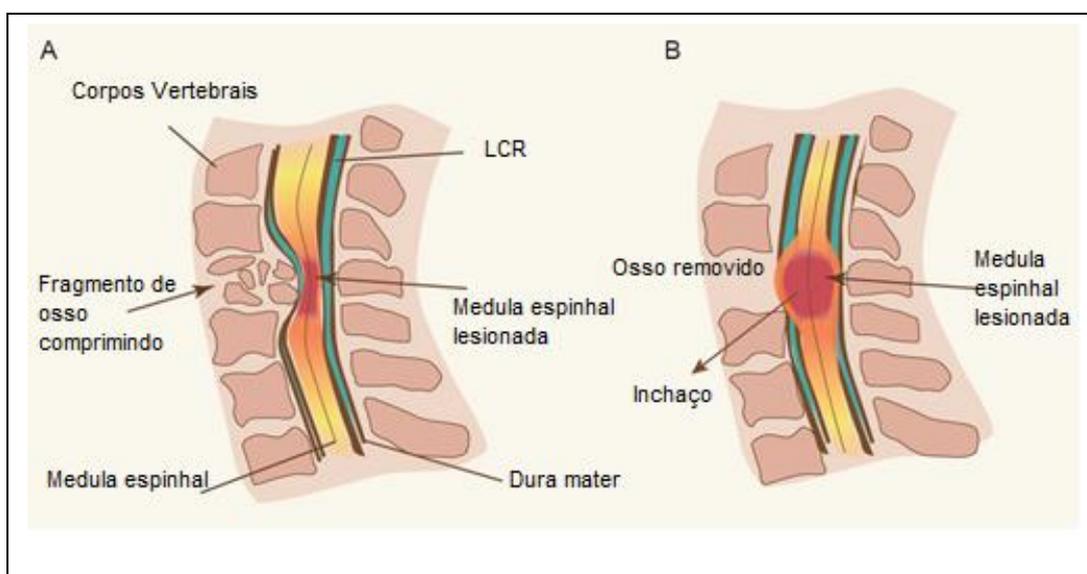


Figura 1: Complicações primárias e secundárias da lesão medular. A: Exemplo de complicação primária causada pelo trauma, a medula por estar sendo comprimida por um fragmento ósseo, acabou resultando em um aumento da pressão intratecal. B: Exemplo de complicação secundária após uma cirurgia de descompressão. Após o osso que comprimia ter sido removido houve aumento da pressão intratecal no

local da lesão, uma vez que medula inchou e pressionou a dura-máter. LCR: Líquido cefalorraquidiano. Fonte: Traduzido de LEONARD; VINK, 2015.

Os mecanismos traumáticos que danificam o tecido nervoso e que ocasionam a LM são responsáveis por causar uma série de alterações fisiológicas que trazem prejuízos que repercutem na função neuromotora. Uma vez que os movimentos e funções realizadas abaixo do nível da lesão ficam comprometidos e acaba ocorrendo perda ou alteração dos reflexos somáticos e dos reflexos autônomos. Já que todas as funções do corpo são coordenadas e controladas pelo sistema nervoso (SN) como resposta a vários estímulos, como gerar contrações, sensações e movimentos. Dentre esses movimentos, alguns são realizados de forma voluntária como flexionar o cotovelo e o braço para uma determinada ação voluntária, como escovar os cabelos e outros como a contração do coração e do músculo diafragma durante a ventilação pulmonar, que são músculos com movimentos involuntários (SANTOS; TOMAZ; SOARES, 2019).

O sistema circulatório e o sistema respiratório estão interligados, e conjuntamente são chamados de sistema cardiorrespiratório, ele é responsável por realizar as trocas de substâncias com o meio extracelular e atender as exigências do nosso corpo por energia, para que isso ocorra é necessário que ocorra a adição de oxigênio (O_2) e remoção de dióxido de carbono (CO_2) do sangue e dos tecidos. Isso ocorre através do oxigênio que é transportado pelo sangue, impulsionado pela bomba formada pelo músculo cardíaco que impulsiona-o a fluir através dos vasos sanguíneos que levam esse sangue do coração aos tecidos de todas as partes do corpo, voltando em seguida, ao coração e aos pulmões para que possa liberar CO_2 e receber O_2 e voltar a ser distribuído aos tecidos. Segundo POWERS E HOWLEY (2000) ofertar quantidades adequadas de oxigênio, realizar a termoregulação, transportar nutrientes e remover metabólitos é uma das funções mais importantes realizadas pelo sistema cardiovascular. Quando se realiza exercício intenso ocorrem alterações químicas, neurais e hormonais a partir dos centros nervosos, pois a realização de exercícios presume acarretar uma situação de sobrecarga para o sistema cardiovascular. As alterações cardiorrespiratórias são necessárias, pois durante o exercício existe a necessidade de aumento de substâncias nutritivas e de aporte de oxigênio adequado. Segundo POWERS E HOWLEY (2000) é preciso

suprir as necessidades de oxigênio durante a atividade física e para que isso ocorra é necessário o aumento da quantidade de sangue bombeado pelo coração, através de respostas hormonais agudas e crônicas que ocorrem devido ao aumento da demanda por oxigênio necessária pelos músculos ativos. Esses ajustes proporcionam aumentos no débito cardíaco, redistribuição do fluxo sanguíneo dos órgãos inativos para os músculos esqueléticos ativos, a manutenção da pressão arterial adequada através de vasoconstrição e vasodilatação seletiva, permitindo que áreas ativas recebam maior irrigação sanguínea, esses ajustes ocorrem proporcionalmente à intensidade do exercício.

Indivíduos com LM sofrem alterações na capacidade cardiorrespiratória, devido as modificações que ocorrem nas funções autonômicas, o que acaba alterando sua resposta ao exercício físico. Essas respostas variam de acordo com o nível (altura da lesão) e a gravidade (completa ou incompleta) em que ocorre a interrupção das fibras nervosas que ligam o sistema SNS com sua parte periférica (FIGONI, 1993). Indivíduos com LM acima do segmento (T6), acabam tendo um comprometimento da inervação simpática do sistema cardiovascular (JAN *et al.*, 2013). No sistema respiratório, o processo da respiração é controlado pelo sistema nervoso central (SNC) enquanto a parte sensorial e motora é controlada pelo sistema nervoso periférico (SNP). As perdas/alterações estruturais e funcionais no sistema respiratório causadas pelo trauma na medula podem resultar em uma ineficiente força muscular respiratória que são causadas pelo acometimento dos músculos respiratórios, principalmente quando se trata da ventilação voluntária desses indivíduos (MACEDO *et al.*, 2017).

O comprometimento dos músculos respiratórios; pode ocasionar decréscimos na capacidade vital e no fluxo respiratório forçado; principalmente quando estes indivíduos precisam contar com a ajuda dos músculos respiratórios acessórios da respiração, cujo o funcionamento consiste na atuação do conjunto de músculos torácicos e abdominais. Em lesões em níveis das vertebrae T1 a T11, esses músculos acabam sendo comprometidos. Já o músculo diafragma, só é acometido no caso de lesões mais altas, pois sua inervação se dá pelas alturas das vertebrae cervicais de C3 a C5 (NASCIMENTO; SILVA 2007). O diafragma é um músculo responsável por até 70% da Capacidade vital (CV) de um indivíduo e está

relacionado principalmente com o movimento ativo da inspiração, e ao volume inspiratório (ROMANI; MIARA; CARRADORE, 2011). A mobilidade diafragmática pode sofrer alterações causadas por disfunções no SNC ou SNP, ou por quaisquer alterações que venham afetar de alguma forma sua inervação ou suas fibras musculares, comprometendo o seu funcionamento. A paralisia ou fraqueza dos músculos acessórios da respiração pode levar a uma diminuição da complacência torácica, e afetar a função do diafragma causando a fadiga desse músculo prejudicando ainda mais a capacidade respiratória desses indivíduos (SCHILERO et al., 2009). Nessa população acaba ocorrendo decréscimo acentuado tanto nas capacidades cardiopulmonar quanto metabólica (SCHMID *et al.*, 1998). Durante a fase aguda da LM as complicações respiratórias se tornam a principal causa de morbidade e mortalidade, apesar desse fato depender da extensão e nível da LM, quando as lesões são a níveis cervicais e torácicas o risco de ter complicações aumenta significativamente (SANTOS; TOMAZ; SOARES, 2019).

A composição corporal (CC) refere-se a quantidades referentes ao conjunto de componentes, que formam a massa corporal de um indivíduo. E realizar sua avaliação nos permite quantificar seus componentes sejam eles; ossos, líquidos, órgãos, músculos e gordura corporal (GUEDES; GUEDES, 2006). Mensurar esses componentes serve para afins de se analisar e conhecer precisamente do que o organismo de um determinado indivíduo é constituído, também servindo para avaliar possíveis modificações no seu percentual de gordura. Também é importante para se avaliar a evolução de um aluno, paciente ou atleta, em qualquer programa de emagrecimento e na prevenção e tratamento de diversas doenças crônicas, servindo também para descrever condutas e rotinas, como treinamento, e ainda servir para ajusta-las em função dessas avaliações realizadas. Segundo DURNIN; WOMERSLEY (1974) é importante avaliar a CC e assim determinar as quantidades de (massa magra), massa livre gordura *free fat mass (FFM)* e de (massa gorda), massa de gordura (*FM fat mas*), utilizando-se de métodos precisos capazes de mensurar a gordura corporal sejam em indivíduos saudáveis, ou com distúrbios corporais. Sempre levando-se em conta as alterações que ocorrem durante a vida desses indivíduos como crescimento, desenvolvimento, hábitos cotidianos, aspectos nutricionais, condições, nível de atividade física. (SANTOS; GUIMARÃES, 2002). Esses componentes que formam a massa corporal são importantes

indicadores sobre os aspectos de saúde, e acabam apresentando estreita relação com vários fatores de risco para aparecimento de diabetes, hipertensão arterial, dislipidemias e cardiopatias (DOMINGUES et al., 2015).

A LM causa alterações na composição corporal dos indivíduos, pois ocorrem alterações morfofuncionais advindas da lesão nos feixes nervosos, que acaba danificando a condução dos impulsos e acarretando diversos graus de déficits e alterações (VASCO; FRANCO, 2017). Entre essas alterações estão as disfunções autonômicas, metabólicas e hormonais, redução da capacidade inspiratória e da circulação sanguínea (NASCIMENTO; SILVA, 2007). Outras alterações são atrofia e alterações no tônus e na massa muscular, que ocorrem devido a perda da capacidade de contração muscular voluntária nos membros, abaixo do nível da lesão. A desmineralização óssea que ocorre pela falta de movimento nos membros acometidos e pode causar degenerações osteoarticulares (VARGAS et al., 2017). Essa menor mobilidade nesses indivíduos acaba resultando em redução da *free fat mass (FFM)* massa livre de gordura e ganhos de *fat mass (FM)* massa gorda, resultando em um aumento na adiposidade visceral, que acaba tornando essa população propensa a obesidade e a um maior risco de incidências de diversos distúrbios; cardiovasculares, neurológicos e metabólicos como a de desenvolverem diabetes Mellitus tipo 2 (*DM2*) (SILVEIRA et al., 2009). Todas essas alterações ocasionadas pela LM modificam CC desses indivíduos independente de condição genética, hábitos nutricionais e nível de atividade física (BUCHHOLZ; MCGILLIVRAY; PENCHARZ, 2003). Porém estes fatores de risco tem uma maior prevalência nessa população e estão associados ao estilo de vida mais sedentário, em decorrência das varias dificuldades que ocorrem por decorrência da lesão, que acabam diminuindo a mobilidade e a capacidade funcional desses indivíduos (BAKKUM et al., 2015).

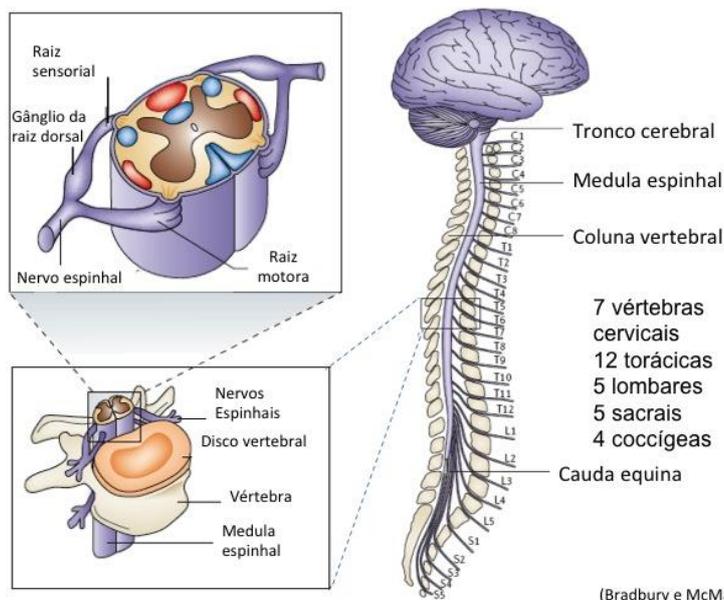
1.2 A lesão medular

Segundo MOURÃO (2007) a definição de LM pela *American Spinal Injury Association (ASIA)* é a diminuição ou perda das funções motoras e/ou sensitiva que podem ocorrer a partir do nível onde ocorreu a lesão na medula. E pode ser

classificada como parcial ou completa, de acordo com o nível de comprometimento ocorrido nas estruturas que compõem o canal vertebral. É considerada “completa” quando não há movimento voluntário nos segmentos abaixo do nível onde ocorreu a lesão, e quando ainda existe movimentos voluntários ou sensibilidade abaixo do nível da lesão então é considerada “incompleta”.

A medula é protegida pela coluna vertebral, que é uma haste flexível formada por ossos, músculos, ligamentos, cápsulas articulares, tendões e discos intervertebrais, sendo o conjunto dessas estruturas responsável por sua flexibilidade. Os ossos que constituem a coluna vertebral são chamados vértebras, cada vértebra se une por meio de discos intervertebrais e sua estrutura é sustentada pela presença de ligamentos e músculos resistentes. A coluna vertebral é o eixo central do corpo e é responsável pela mobilidade e por sustentar a nossa posição bípede, também é responsável por absorver e dissipar cargas, choques mecânicos e pressão gravitacional durante o movimento. Ela é formada por 33 a 34 vértebras sobrepostas, sendo 07 cervicais, 12 torácicas, 05 lombares, 05 sacrais e 04 ou 05 coccígeas. Quando a coluna é observada no plano sagital apresenta quatro curvaturas: curvatura cervical, torácica, lombar e sacrococcígea. A coluna vertebral é um importante eixo de comunicação entre o SNC e o SNP, estabelecido através da medula espinhal, que se aloja dentro do canal medular. Essa estrutura é formada anteriormente pela parede do arco vertebral e posteriormente pela parede do corpo vertebral, onde vários forames vertebrais sobrepostos formam o canal raquidiano (DANGELO E FATTINI, 2001).

O grau e o tipo de força que atua na coluna vertebral no momento da ocorrência do trauma, é que define a localização e a gravidade da lesão (MOURÃO, 2007). A gravidade da lesão na medula espinhal depende do local e nível onde os tratos espinhais ascendentes e descendentes (vias aferentes somatossensitivas e músculo-articulares proprioceptivas e vias eferentes motoras autônomas e voluntárias) foram acometidos, esses traumas podem seccioná-la ou somente comprimi-la e podem ser devidos a infartos, edemas ou hemorragias (SANTOS; TOMAZ; SOARES, 2019).



(Bradbury e McMahon, 2006)

Figura 2: Ilustração demonstrando a estrutura da medula espinhal (BRADBURY; MCMAHON, 2006)

A LM é ocasionada devido a uma interrupção dos feixes nervosos que ligam a medula espinhal ao encéfalo e pode ser por causas internas ou externas, sendo algumas dessas causas internas; má formação da medula ou do canal medular, deformidades graves por doenças infecciosas e autoimunes, fraturas causadas por patologias como tumores intra e extra-medulares, osteoporoses e hérnias discais, ou por causas externas como traumas; entre eles por armas de fogo, quedas e acidentes automobilísticos (BRASIL, 2012). A LM pode ser definida por um comprometimento, que pode causar perda total ou parcial da função motora e/ou sensitiva da medula espinhal que acaba resultando em deficiência física que dependendo do tipo, local e gravidade pode ser classificada como com um quadro de paraplegia ou tetraplegia (VASCO; FRANCO, 2017). Ambos os termos, são usados para descrever e indicar o nível da perda funcional. Sendo tetraplegia o termo utilizado para referir-se à perda das funções nos segmentos cervicais da medula, causado pela lesão nesse mesmo local. Essa lesão acaba resultando em alteração nas funções do tronco, dos membros superiores, inferiores e também de órgãos pélvicos Já o termo paraplegia refere-se à perda das funções nos segmentos torácicos, lombares e sacrais da medula espinhal (MOURÃO, 2007). Como citado anteriormente, a LM é uma insuficiência parcial ou total do funcionamento da medula espinhal pode ser descrita por manifestações incapacitantes e permanentes, sendo

um dos mais graves acometimentos que se pode afetar um indivíduo, acarretando uma série de prejuízos não apenas físicos, mas também psíquicos e sociais, a que esta pessoa passa a ser submetida (ALCÂNTARA; SOUZA; ALMEIDA, 2015). Esse fato acaba também gerando grandes impactos na vida das pessoas que compõem o círculo familiar desse indivíduo.

A medula em conjunto com o encéfalo, forma o SNC, principal centro de via e condução entre o encéfalo e o corpo, em sua porção cranial limita-se com o bulbo, que é a parte caudal do tronco encefálico, ficando ao nível do forame magno no osso occipital, e a primeira vértebra cervical atlas. Em geral, seu limite caudal situa-se na altura da 2ª vértebra lombar, essa estrutura é chamada de cone medular. Em adultos chega medir cerca de 40 a 45 centímetros (MATOS DE AZEVEDO, 2016). O sistema nervoso autônomo (SNA) é quem controla as oscilações internas do organismo, perante as variações causadas por estímulos externos, através da manutenção e controle da homeostasia. Ele é subdividido em sistema nervoso simpático (SNS) e sistema nervoso parassimpático (SNPS), que agem coordenadamente, e através de dois neurônios, o pré-ganglionar e o pós-ganglionar (ANDRADE et al, 2013). Como a medula é um centro regulador de controle, o seu comprometimento pode dificultar funções autônomas do organismo deste indivíduo (VASCO; FRANCO, 2017).

Após a lesão podem ocorrer alterações que se manifestam como paresia que segundo Souza (1994) diz respeito a um comprometimento parcial da motricidade, onde ocorre a diminuição do movimento, e a fraqueza muscular. Na paresia, o padrão de movimento quando lavado em conta as relações entre força e resistência muscular, precisão e amplitude de movimento, estas se apresentam em um padrão abaixo do normal. Ou paralisia, perda da capacidade de contração muscular voluntária, por interrupção funcional ou orgânica em um ponto qualquer da via motora, que pode ir do córtex cerebral até o próprio músculo. Ou seja, quando todo movimento nestas proporções são impossíveis, ocorrem também alterações no tônus muscular, alteração ou perda de diferentes sensibilidades, dificuldade ou perda do controle esfinteriano (vesical e intestinal), disfunção sexual, formação de úlceras de pressão, processos degenerativos osteoarticulares, fenômenos tromboembólicos e outras alterações autonômicas como vasoplegia, sudorese e dificuldade de controle de temperatura corporal (ALCÂNTARA; SOUZA; ALMEIDA,

2015). Segundo FREITAS (2016), um estudo feito com 120 pacientes vítimas de TRM, com lesões que comprometem a medula de tal forma que interrompe os impulsos dos neurônios que levam informações do restante do corpo para o cérebro, a morbimortalidade está relacionada à lesão de coluna cervical, região mais acometida encontrada na literatura. Indivíduos com LM geralmente são de incidência traumática, o que torna ainda mais difícil a transição e aceitação de sua nova etapa da vida e de como agir a partir desse momento (ALCÂNTARA; SOUZA; ALMEIDA, 2015). As áreas mais susceptíveis às lesões, por ordem de ocorrência é a cervical, lombar e torácica, sendo mais comuns na altura das vértebras C5 e C7, e T12 e L2, por serem segmentos da coluna vertebral com alta mobilidade e com menor instabilidade.

Existe um impacto alarmante na vida das pessoas com LM que em sua maioria se sentem insatisfeitos e com sua qualidade de vida sendo afetada bruscamente, já que as funções medulares perdidas são irrestauráveis. Por conta, disso é essencial a inserção na reabilitação física, como um “processo de ajudar a pessoa a atingir seu melhor potencial físico, psicológico, social, vocacional e educacional, compatível com seu déficit fisiológico ou anatômico, limitações ambientais, desejos e planos de vida” (VASCO; FRANCO, 2017). Ou seja, é imprescindível que para que esta pessoa tenha uma maior perspectiva de vida, ela tenha um acompanhamento de profissionais que realizem avaliações e cuidados específicos durante sua reabilitação física e também psicológica. E que esses profissionais e pessoas ao redor desse indivíduo possam auxiliar durante seu processo de reabilitação, diminuindo assim sua dependência, sempre incentivando de forma positiva, cuidando da sua saúde mental, estimulando suas aptidões ainda preservadas, prevenindo agravos à saúde decorrente da lesão e assim ajudando a reintegração em suas atividades cotidianas, estando ciente de sua nova perspectiva e consciência corporal. Desta forma, os obstáculos ocasionados pela LM podem ser atenuados, possibilitando para esse indivíduo um aumento de chances de inclusão e reinserção social (FREITAS, 2016).

1.3 Capacidade cardiorrespiratória em esforço na lesão medular

A capacidade cardiorrespiratória é a capacidade do organismo de realizar exercício dinâmico, utilizando grandes grupos musculares e resistir à fadiga durante esforços de média e longa duração (intensidade moderada a alta). Para que isso ocorra é necessário que os sistemas respiratório, cardiovascular e músculoesquelético sejam capazes de captar e distribuir adequadamente oxigênio para os músculos durante o exercício. Essa capacidade é determinada pela eficiência desses sistemas em fazer a captação, o transporte e distribuição, do oxigênio, para que os músculos ativos (NAHAS, 2006). Para atender o aumento de exigência de oxigênio pelos músculos ativos durante o exercício, um dos principais fatores é a redistribuição do fluxo sanguíneo de órgãos menos ativos para esses músculos.

Para avaliar a capacidade cardiorrespiratória utilizamos o recurso de mensurar a captação do volume máximo de oxigênio pelo organismo (VO_2 max). Para mensurar esse consumo é utilizada uma variável fisiológica que se reflete como o melhor parâmetro para avaliar a capacidade aeróbica e classificar o nível de aptidão física ou risco de doenças cardiovasculares, sendo essa a máxima taxa de oxigênio consumida por um indivíduo em uma unidade de tempo (BARBOSA, 2007). Quando se deseja avaliar a capacidade cardiorrespiratória e determinar o VO_{2max} de um indivíduo existem vários métodos que podem ser utilizados, que podem medir ou estimar de forma direta e indireta, respectivamente. Na forma direta é utilizado um analisador metabólico de gases ventilatórios durante a realização de um exercício incremental até o máximo, onde serão captadas a ventilação pulmonar e as frações expiradas de oxigênio e gás carbônico. A partir de então, variáveis como o consumo de oxigênio, produção de gás carbônico, quociente respiratório e equivalentes ventilatórios de oxigênio e gás carbônico são calculadas. Já na forma indireta podem ser utilizados testes de campo, já que nem sempre é possível ter acesso a equipamentos sofisticados, assim como a avaliações laboratoriais. Esses testes são realizados em condições e protocolos específicos para que através de cálculos feitos por meio de equações baseadas em tempo ou distancia pré-estabelecidos, possa-se estimar o consumo de oxigênio (ASTORINO *et al.*, 2018).

O sistema nervoso autônomo (SNA) é a parte do sistema nervoso responsável por regular o ambiente interno do corpo frente às modificações do ambiente, também é o principal responsável pelo controle das funções dos sistemas cardiovascular, respiratório, digestivo, endócrino, excretor, urinário, entre outros. São esses sistemas responsáveis pelas principais funções do corpo, cada um deles envolve o funcionamento de órgãos que atuam nas funções vitais do organismo. A maioria dos órgãos são inervados pelos dois ramos do SNA, o sistema nervoso simpático (SNS) e o sistema nervoso parassimpático (SNPS). São eles: coração, pulmões, vísceras abdominais, porém alguns outros órgãos só recebem inervação de um sistema, como no caso da maioria dos vasos sanguíneos. A porção simpática do SNA tende a ativar um órgão, enquanto os impulsos parassimpáticos tendem a inibi-lo. A atividade de um determinado órgão pode ser regulada de acordo com a relação entre os impulsos simpáticos e parassimpáticos (GUYTON; HALL, 2006). O SNS é formado por pares de neurônios, os pré e pós-ganglionares que se situam em nível dos segmentos torácicos (T1-T12) e lombares (L1-L2) e de onde surgem as fibras eferentes da medula para inervar vasos e órgãos internos. Através do tronco encefálico surge o sistema nervoso parassimpático SNPS que é formado por pares de nervos cranianos e participam da formação dos seguintes pares de nervos (óptico II, facial VII, glossofaríngeo IX e vago X) e também dos segmentos sacrais (S2-S4) da medula espinal (ALEXANDER *et al.*, 2009). O coração é um órgão que recebe as duas inervações, sendo a parassimpática por via nervo vago, e a simpática a através dos segmentos da medula torácica de T1 a T5 (KRASSIOUKOV, 2009).

Em indivíduos com LM deve-se levar em conta que as desautonomias decorrentes da lesão e a menor mobilidade desses indivíduos, acaba resultando em um maior risco de doenças cardiovasculares e conseqüentemente um dos fatores que levam ao aumento da mortalidade nessa população (KRASSIOUKOV, 2009). Em relação às disfunções autonômicas, é importante considerar que as diferenças do controle cardiovascular em níveis distintos de LM, baseiam-se na organização funcional do SNA, e dois fatores causam grande impacto sobre as respostas autonômicas que são a gravidade e o nível da lesão. Em indivíduos com lesões acima do segmento (T6), a inervação simpática do sistema cardiovascular fica comprometida, havendo uma redução na atividade simpática que possivelmente se

relacione com a interrupção de vias simpáticas que se originam dos segmentos torácicos (T1 a T5) da medula espinal, porém o controle parassimpático do coração, via nervo vago se mantém ileso (JAN *et al.*, 2013). Já em indivíduos com LM inferior a altura do segmento da vértebra torácica (T6) em geral costumam a apresentar controle cardiovascular normal, já que sua regulação simpática se mantém preservada (KRASSIOUKOV *et al.*, 2010).

Os mecanismos fisiológicos responsáveis pela adaptação cardiorrespiratória como resposta ao exercício variam de acordo com as demandas metabólicas durante a realização do mesmo, essas informações chegam ao tronco cerebral e aos neurônios reguladores centrais do bulbo (BARROS NETO; CESAR; TEBEXRENI, 1999) citado por MONTEIRO (2004). Como o bulbo é um órgão que controla importantes funções do organismo como a pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC) e ventilação (VE) que são controladas por fibras nervosas originadas nas regiões desse órgão, de acordo com MCARDLE, KATCH; KATCH, (1998), durante a transmissão adrenérgica as catecolaminas simpáticas, epinefrina (adrenalina) e norepinefrina (noradrenalina) são os neurotransmissores que atuam na função cardíaca, acelerando a FC e aumentando a contratilidade do músculo cardíaco. Ainda no sistema cardiovascular o neurotransmissor parassimpático, acetilcolina atua reduzindo a FC a partir da diminuição da contração do músculo cardíaco, ele faz com que ocorra um retardo no ritmo de descarga sinusal durante a condução elétrica do coração. Ambos os neurotransmissores são influenciados pelo SNA. Quando um indivíduo está em repouso o coração bombeia de 4 a 6 litros de sangue por minuto, já durante a prática de exercício de alta intensidade, ocorrem algumas alterações no sistema cardiovascular em resposta a esse exercício, o coração chega a bombear de quatro a sete vezes mais sangue (GUYTON; HALL, 2006). Para que essa quantidade de sangue seja ejetada ocorre o aumento na frequência cardíaca, do volume sistólico, do débito cardíaco e ocorre a vasodilatação periférica, também haverá o aumento da pressão arterial sistólica devido a alta demanda de sangue exigida, porém a pressão diastólica pode se manter ou até diminuir.

Em indivíduos com LM acima dos segmentos torácicos, devido as modificações que ocorrem nas funções autonômicas, como a perda das funções

simpáticas, e das respostas do músculo cardíaco, fatores como; aumento de força, contratilidade, frequência cardíaca, e dos vasos sanguíneos, e também vasoconstrição periférica, deixam de ser influenciados pelo sistema nervoso simpático, passando a serem controladas apenas pelo ramo parassimpático, através do nervo vago (CALDEIRA *et al.*, 2013). Outras alterações que podem ocorrer são: redução da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) redução do componente de baixas frequências (LF - *low frequency*), atraso do barorreflexo (CLAYDON; KRASSIOUKOV, 2008) causando a (disfunção barorreflexa) que ocorre por um comprometimento aferente do barorreflexo decorrente de falência de sinalização pelos barorreceptores e, por consequência, perda da inibição simpática (KAUFMANN; NORCLIFFE-KAUFMANN; PALMA, 2020). Como a frequência cardíaca é regulada por meio de mecanismos fisiológicos; quando há uma alta VFC isso quer dizer que é um indicador de boa capacidade de adaptação cardiovascular e demonstra um bom funcionamento autonômico. Já quando é verificado que há uma menor VFC esta pode se considerada um indicador de anormalidade e insuficiente adaptação autonômica, o que demonstra um mau funcionamento cardiovascular (TASK FORCE, 1996). Segundo BENTO; CARVALHO; FARIA (2016) A redução do tônus simpático também causa diminuição da pré-carga e da contratilidade do musculo cardíaco e em razão disso ocorre a redução do volume sistólico e do débito cardíaco, como consequência do exercício também ocorrem alterações no metabolismo adrenérgico devido a falta de impulsos para as glândulas suprarrenais.

No ciclo respiratório quando o indivíduo está em condições de repouso os músculos diafragma e intercostais externos são os principais músculos, o diafragma é um musculo em forma de cúpula que separa a cavidade torácica e abdominal e através de seu movimento de relaxar e contrair, ele é responsável por gerar cerca de 70% do volume de ar corrente nos pulmões, estando relacionado principalmente com o movimento ativo, durante o ato de inspiração (ROMANI; MIARA; CARRADORE, 2011). Os músculos intercostais externos quando contraídos expandem os espaços costais e em conjunto com o músculo diafragma geram pressão negativa fazendo com que ocorra a entrada de ar. Quando o indivíduo necessita de um maior volume pulmonar, que pode ocorrer durante inspiração forçada ou em situação de “sofrimento respiratório” os músculos acessórios da inspiração; esternocleidomastóideos, escalenos, peitoral menor e serrátil anterior

tem maior participação. Já durante a expiração com o indivíduo em repouso, ela ocorre de forma passiva, os músculos diafragma e intercostais se relaxam, e o ar é expulso sem a necessidade de trabalho dos músculos respiratórios. Durante a expiração forçada é necessário que ocorra trabalho dos músculos acessórios da expiração, que são os intercostais internos, reto abdominal, oblíquos externos, oblíquos internos e transversos abdominais.

A LM também causa modificações no sistema respiratório, principalmente em indivíduos com lesões mais altas, há um decréscimo da capacidade vital, e do fluxo respiratório forçado; quando esses indivíduos necessitam usar os músculos respiratórios acessórios. Alterações no sistema respiratório causadas pela LM como o aumento do esforço respiratório, acúmulo de secreções e insuficiência respiratória são os principais fatores de risco de mortalidade nessa população (NASCIMENTO; SILVA 2007). Durante o processo da respiração, o ato de (inspirar e expirar) ocorre devido ao deslocamento de ar da zona de alta pressão para zona de baixa pressão, e assim o aumento de volume dos pulmões depende do aumento da pressão transpulmonar, quanto maior for essa pressão maior a quantidade de ar que entra nos pulmões. Como o sistema respiratório é controlado pelo sistema nervoso central (SNC) as alterações que ocorrem nesse sistema, podem causar um acometimento dos músculos respiratórios, já que o trabalho desses músculos constitui no funcionamento do conjunto de músculos torácicos, que incluem os próprios músculos do tórax, e músculos abdominais, que atuam conjuntamente para gerar volume corrente. Em lesões torácicas músculos que são inervados por segmentos de T1 a T11, como os músculos intercostais e abdominais acabam sendo comprometidos, a lesão pode causar a perda de controle desses músculos, apenas o diafragma permanece íntegro, pois é inervado pelo nervo frênico e sua inervação se dá a nível das vertebrais cervicais de C3 a C5 (SANTOS; TOMAZ; SOARES, 2019).

Como consequência da lesão, acaba ocorrendo ineficiente força muscular, que afeta principalmente a ventilação voluntária, redução acentuada na capacidade cardiovascular, pulmonar e metabólica (MACEDO et al., 2017 ; SCHMID *et al*, 1998) e aumento para risco de doenças cardiovasculares (YEKUTIEL *et al.*, 1989) .Quando se compara indivíduos sem LM com indivíduos com LM, a carência do mecanismo

de bomba muscular esquelética auxiliando a circulação do sangue das regiões mais distais do corpo para o coração, em conjunto com outras disfunções, acabam contribuindo para que ocorra um menor fluxo de retorno venoso e uma menor eficiência cardíaca nessa população (FRONTERA; DAWSON; SLOVIK, 2001).

Em indivíduos com LM também ocorrem reduções na massa do músculo ativo e no volume de sangue circulante, esses fatores influenciam na resposta ao exercício, já que os grandes segmentos do corpo estão paralisados, e a quantidade de massa de músculo ativo diminui, o que acaba por reduzir o $VO_2\text{max}$, uma vez que há menos músculo ativo disponível para consumir oxigênio durante o exercício, fato que acaba ocasionando uma diminuição da capacidade funcional desses indivíduos (MOHR *et al.*, 1997). Segundo EERDEN; DEKKER; HETTINGA (2018) indivíduos com paraplegia apresentam um consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$) inferior ao de indivíduos sem LM, cerca de 15 ml/kg/min. Um fator a ser levado em conta é que indivíduos sedentários não só apresentam um $VO_2\text{max}$ menor quando comparados a indivíduos ativos, mas também apresentam uma queda nessa variável até duas vezes maior, a medida que ocorre seu envelhecimento (ALMEIDA *et al.*, 2011).

Para que a função cardiorrespiratória seja eficaz é necessário que o funcionamento dos sistemas respiratório e cardiovascular sejam eficientes, tanto em relação ao transporte de oxigênio realizado pela circulação sanguínea, quanto pela sua utilização pelos tecidos durante o exercício físico. Nesse sentido, quanto maior for o débito cardíaco (produto do volume sistólico pela frequência cardíaca) maior será a quantidade de sangue bombeada pelo coração por minuto, e sendo assim maior poderá ser também o VO_2 desse indivíduo (LOPES, 2007; DE ALMEIDA *et al.*, 2014). O débito cardíaco é um importante parâmetro indicador da capacidade funcional do sistema circulatório de responder às necessidades metabólicas e fisiológicas do corpo durante a realização de atividades físicas (GUYTON; HALL, 2006).

Para analisar o desempenho e conhecer o nível de aptidão cardiorrespiratória de um indivíduo, os tipos de testes mais utilizados para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória são os laboratoriais, e um deles é o teste de esforço progressivo máximo (TEJERO *et al.*, 2018). A realização desse tipo de teste ao mesmo tempo em que se realiza a análise de gases, torna possível mensurar importantes

parâmetros relacionados ao sistema cardiorrespiratório; como o consumo de oxigênio $O_2(VO_2)$, a produção de dióxido de carbono $CO_2 (VCO_2)$, a ventilação pulmonar (VE) e a frequência cardíaca (FC) durante o exercício. Pois enquanto o indivíduo realiza o teste que utiliza carga progressiva, vão ocorrendo alterações no seu metabolismo que acabam gerando aumento no VO_2 (consumo de oxigênio) e VCO_2 (aumento na produção de dióxido de carbono), e também da VE (ventilação) (CARITÁ *et al.*, 2014). As respostas cardiorrespiratórias, durante a realização do teste, demonstram a capacidade do sistema aeróbio de produzir energia, quanto maior for a aptidão aeróbia, mais rápida será a reposta ao exercício e maior o tempo que o indivíduo levará para alcançar um platô de VO_2 (DENADAI; RUAS; FIGUEIRA, 2005). Durante o teste geralmente é considerado o maior valor de VO_2 obtido no pico do esforço do indivíduo, diante de um aumento na carga, esse valor obtido é considerado como VO_{2max} (HERDY; CAIXETA, 2016). As seguintes variáveis consideradas durante o teste para determinar o VO_{2max} : (FC) máxima, o quociente respiratório QR que é a razão entre o CO_2 eliminado e o O_2 consumido (VCO_2/VO_2) >1.1 , a presença do limiar anaeróbio (limiar de lactato), e a presença de platô no VO_2 (YAZBEK *et al.*, 1998). Mas apesar do VO_{2max} ser uma variável que pode ser aprimorada com a prática frequente de atividade física, dependendo do volume e intensidade praticados, pode ser elevada em 10 a 30%, mas também é importante observar que a genética é a principal responsável pelos valores dessa variável, podendo ser responsável por até 25% a 50% de sua variação (HERDY; CAIXETA, 2016).

Para prevenção a doenças cardíacas o exercício aeróbico tem sido proposto como uma boa opção por propiciar uma melhora na modulação vagal e diminuir a atividade simpática (MANGUEIRA *et al.*, 2018). Fatores como o nível, local, gravidade da lesão influenciam na maior incidência dessas doenças. Segundo ARES e CASALIS (2001) o grau de preservação sensório-motora, idade, obesidade, função cardiorrespiratória, disfunções, deformidades osteoarticulares, e também problemas emocionais estão diretamente ligados a evolução e prováveis consequências no prognóstico funcional de indivíduos com LM. Segundo BENTO; CARVALHO; FARIA (2016) apesar dos benefícios dos exercícios físicos, os membros superiores possuem menor massa muscular e por essa razão acabam fadigando com maior facilidade, como consequência disso os valores referentes para a FC e para VO_2 que

são capazes de estimar a intensidade do exercício, acabam se tornando fatores limitantes, uma vez que tem valores menores, quando comparados com os valores dos membros inferiores, que tem maior área de secção transversa muscular, desse modo a eficiência energética é menor, mas a exigência cardiovascular se torna maior. Nesse público ocorre a alteração nessas medidas fisiológicas devido a menor massa envolvida durante o exercício (HADDAD, 1997).

De acordo com DE ALMEIDA *et al.*, (2014) o débito cardíaco e a capacidade ventilatória são variáveis fisiológicas determinantes para alcançar o VO₂max, sendo que esses valores máximos, só são atingidos quando o maior número de grupos musculares possível é empregado durante o exercício dinâmico. O nível da LM tem influência diretamente na capacidade cardiorrespiratória, devido as alterações nesse sistema causadas pela lesão, pessoas com paraplegia sobretudo as com lesões mais altas, podem apresentar disfunções nas pressões inspiratória e expiratória comprometendo ainda mais o nível de aptidão física desses indivíduos (WOELLNER *et al.*, 2012). Segundo FLORES *et al.*, (2013) Vários estudos como (HOUNKER *et al.*, 1998; LAKOMY; CAMPBELL; WILLIAMS, 1987; VINET *et al.*, 2002) indicam que o VO₂máx de atletas com LM tem menores valores, se comparados a indivíduos sem lesão, sendo alguns desses fatores ocasionados pela redução da frequência cardíaca e da ventilação pulmonar. Ao se correlacionar essa medida fisiológica, com o nível de treinamento e nível da lesão, percebeu-se que quanto menos treinado for esse indivíduo, e mais alto for o nível da lesão, menor será o valor do VO₂max (NOSAKA *et al.*, 2004). E que de acordo com GALEA (2012) indivíduos com LM quando comparados aos sem lesão possuem em média 5kg a mais de massa gorda. Esse é um dos fatores que influenciam a eficiência cardiorrespiratória, já que pessoas sedentárias e obesas apresentam valores de VO₂max inferiores (SOUZA, 2014).

Ainda segundo FLORES *et al.*, (2013) devido à LM, as reduções que ocorrem tanto na atividade simpática, na massa muscular, na FCmáx e na capacidade cardiorrespiratória durante o exercício, são fatores essenciais para causar fadiga precoce desses indivíduos. E quanto maior a autonomia durante as atividades da vida diária (AVDs) melhor será para o bem-estar físico e social, uma vez que a lesão acaba trazendo mudanças físicas que acabam dificultando a capacidade da pessoa

em realizar as tarefas que antes eram feitas sem dificuldades. Essa autonomia ocasiona uma melhora na ocorrência de complicações clínicas e também de sua dependência funcional. Segundo estudo indivíduos com lesões cervicais, incompletas após participarem de um programa de exercícios, mostram melhora na ventilação por minuto e na capacidade respiratória, havendo redução da fadiga nas AVDs (WOELLNER et al., 2012). Estudos como de (JACOBS; NASH, 2004) têm apontando que a prática de exercício físico para essa população vem se tornando cada vez mais importante para a prevenção tanto de doenças cardiorrespiratórias quanto metabólicas, que acabam prevalecendo devido ao sedentarismo desses indivíduos e ocorrem secundariamente a lesão.

1.4 Composição corporal na lesão medular

A forma corporal e seu significado em âmbito cultural é uma preocupação antiga da humanidade, representada de diversas formas ao longo da história, sendo associadas a diversas imagens de formas corporais; como fertilidade, que é associada a mulheres de formas fartas, figuras esguias em caçadores, corpos musculosos em guerreiros, representações de imagens em tamanho maior mostrando clara posição de domínio em relação aos servos. Egípcios e Gregos como Aristóteles (384- 322a.C.) Heródoto (484-425 a.C.) e Hipócrates (460-377 a.C.) já observavam e estudavam a relação das diversas partes do corpo (PASCHOARELLI et al., 2010). Hipócrates, na Grécia antiga, já associava o tipo físico de indivíduos com possíveis alterações, distúrbios e doenças. Com o passar do tempo, entre as civilizações, as formas de atribuir medidas e padrões de proporcionalidade passaram a ser vistas como um meio importante para a compreensão das diferentes características do homem: como indivíduo e quanto a grupos de indivíduos e raças (RIZZO; FERNANDES; PERES, 1999).

Quando se estuda o homem em seus aspectos físicos, morfológicos como estrutura, forma, proporções e maturação, dificilmente consegue-se dissociá-lo da cineantropometria que estuda o movimento humano, através do uso de métodos de medidas e avaliações procura-se compreender esses processos fisiológicos (SANTOS; GUIMARÃES, 2002). Esses métodos necessitam de planejamento,

protocolos e sistematização, e que o profissional que irá realizá-la, tenha pleno conhecimento sobre a realização da metodologia e dos critérios de autenticidade científica; validade, confiança e objetividade (MONTEIRO, 1984). Esses processos são necessários para a realização dessas avaliações, a fim de se determinar os objetivos propostos, gerar dados confiáveis e de qualidade.

O ato de mensurar a gordura corporal pode fornecer importantes informações sobre os indivíduos; a quantidade de gordura pode ser obtida utilizando as medidas de altura e peso, através da avaliação do índice de massa corporal (IMC). Porém este método foi criado para ser utilizado como uma medida populacional e normalmente com população sedentária. Como amostra disso pode-se citar o clássico exemplo de dois indivíduos que tenham a mesma altura, o mesmo peso, e consequentemente terão o mesmo IMC, mas quando esses indivíduos são observados, um deles apresenta ter maior quantidade de massa muscular aparente, e o outro se mostra com uma grande quantidade de gordura visceral e subcutânea. Estes dois indivíduos se analisados somente através do cálculo do IMC irão apresentar dados iguais, porém ambos têm composições corporais completamente diferentes. De acordo com MCARDLE, KATCH; KATCH (2008) isso acontece porque o IMC, acaba deixando de levar em conta a composição corporal (CC) real do indivíduo avaliado. O cálculo do IMC quando necessário pode até ser utilizado para indivíduos, fisicamente ativos, biologicamente magros, ou atletas, mas terá que contar também com um segundo parâmetro que o avaliador terá que utilizar que será o componente observacional a fim de perceber as diferenças de composição em ambos os indivíduos. Para se realizar avaliações precisas é necessário mensurar e entender a CC dos indivíduos, utilizando-se de métodos que possam fornecer a mensuração da gordura corporal tanto em indivíduos normais como em qualquer tipo de população, inclusive aquelas com distúrbios corporais (DURNIN; WOMERSLEY, 1974).

A CC refere-se a quantidades relativas de diferentes compostos corporais e constitui um aspecto dinâmico dos componentes estruturais do corpo humano (GUEDES; GUEDES, 2006). Através de sua avaliação pode-se determinar esses componentes de forma quantitativa, podendo-se determinar a quantidade massa livre gordura, *free fat mass (FFM)* e da massa de gordura (*FM fat mass*).

A Massa é a magnitude física que permite mostrar a quantidade de matéria contida num corpo, sendo frequentemente associada ao peso dos objetos. A unidade de medida mais utilizada para mensurar é o quilograma (kg). A massa livre gordura (FFM) é composta por tecido muscular, tecido ósseo, líquidos, órgãos, vísceras, pele e água. Já massa de gordura (FM) é a soma do peso da gordura essencial e da gordura não essencial (DURNIN; WOMERSLEY, 1974). A gordura essencial é uma gordura vital para diversas funções biológicas no corpo; como produzir hormônios já que sua molécula estrutural é de base lipídica, para produzir a molécula de adenosina trifosfato (ATP) a fim de gerar energia. Também serve para realizar condução nervosa através da bainha de mielina, já que a mesma é isolante e assim os impulsos saltatórios possam “pular” de uma bainha para a outra e sejam transmitidos rapidamente pelas células de Schwann. Essa gordura também serve como um isolante térmico (gordura subcutânea) e para a proteção de órgãos internos (gordura visceral) também está presente na corrente sanguínea em forma de colesterol como carregadores de lipoproteínas (LDL - low density lipoprotein, e o HDL - high density lipoprotein). Já a gordura não essencial, non-essential fat mesmo sendo uma reserva energética importante, não é necessário tê-la armazenada em excesso. O ser humano precisa ter quantidade de gordura no corpo para manutenção da vida, mas quando ela passa de uma quantidade que não é saudável, passa a ser gordura corporal em excesso, essa gordura extra que fica armazenada, o corpo pode utilizá-la caso o indivíduo fique um longo período sem ingerir alimentos.

As características físicas dos indivíduos sofrem alterações durante toda a vida, devido a inúmeros fatores como: crescimento, desenvolvimento, hábitos cotidianos, aspectos nutricionais, condições socioeconômicas, culturais e também devido ao nível de atividade física desse indivíduo (SANTOS; GUIMARÃES, 2002). Observando diversas informações encontradas na literatura que demonstram que avaliar os componentes da CC são importantes indicadores sobre os aspectos de saúde, uma vez que ela é um importante fator na determinação da condição física, devido às suas relações entre a quantidade e distribuição da gordura corporal. Esses aspectos acabam por apresentar significativa relação com vários fatores de risco para o surgimento ou o agravamento de condições desfavoráveis para a saúde como diabetes, hipertensão arterial, dislipidemias e cardiopatias (DOMINGUES et al.,

2015). Também é um indicador para fatores como crescimento, desenvolvimento, maturação e a prática de atividades físicas, sendo essas alterações em seus componentes podendo ser relacionadas a doenças e a distúrbios alimentares. Para se avaliar a CC foram criados diversos métodos válidos, para sua estimativa, que são métodos imprescindíveis para as áreas de saúde pública, da nutrição e também para a educação física (RECH et al., 2007). Entre eles existem os métodos diretos, métodos indiretos e duplamente indiretos.

No início do século XX o método direto utilizado era o de dissecação de cadáveres, onde o pesquisador tem acesso direto ao material, cortando, separando e pesando; o que é considerado como massa gorda, em uma balança e *massa livre de gordura* em outra, mas até os dias atuais esse ainda é considerado o único método realmente direto (MONTEIRO, 1984). Como métodos indiretos, tem-se, por exemplo, o método da Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA) que é um escâner corporal que se baseia na medida de três componentes corporais (densidade mineral óssea, *massa livre de gordura* e *massa gorda*) e consegue analisar a estrutura corporal e assim estimar seus componentes, permitindo uma análise total desses segmentos corporais (RECH et al., 2007). Outro método é a pesagem hidrostática: que relaciona densidade das massas, o indivíduo é pesado dentro d'água e fora d'água em (balança específica) com (volume, temperatura da água, controlados) através da diferença de densidades, consegue-se entender o que é *massa gorda* e *massa livre de gordura*, já que a massa magra é mais densa. Esse método é considerado Fidedigno em relação aos estudos iniciais utilizando-se dissecação de cadáveres (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009). Esses dois métodos são utilizados como critério (padrão-ouro) para validar outros métodos indiretos, mas por necessitarem de estruturas e equipamentos mais complexos e custosos geralmente são utilizados em hospitais e centros de pesquisas. A partir das pesquisas pioneiras realizadas por Behnke e Brozek citados por CLARYS; MARTIN; DRINKWATER (1984) cujo o objetivo era estabelecer métodos indiretos (in vivo) capazes de determinar a CC, foram desenvolvidos vários métodos de análise e também a consideração dos dois componentes (MC magra e MC gorda) e da pesagem hidrostática como padrão-ouro para todos os outros métodos indiretos. (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009).

Os métodos duplamente indiretos são bastante utilizados e aceitos por profissionais da saúde, pois são métodos considerados menos rigorosos, com menor custo de equipamentos, melhor facilidade para coletar dados e de aplicação clínica em larga escala (MONTEIRO, 1984). A balança de bioimpedância e as dobras cutâneas são dois métodos duplamente indiretos frequentemente utilizados. A balança de bioimpedância funciona através do uso de condução de uma corrente elétrica de baixa intensidade, que é transmitida e recebida de um ponto ao outro do corpo, já que os componentes corporais oferecem diferentes níveis de resistência à passagem da corrente elétrica que flui através do movimento dos íons (SAMPAIO et al., 2012). É através da resistência (relutância) da passagem dessa corrente, que o aparelho estima a quantidade de líquido e o teor de gordura no corpo. Como a *massa livre de gordura* é hidratada, e possui alta concentração de eletrólitos, funciona como um agente condutor para a corrente elétrica, e como a *massa gorda* é isolante, ela acaba dificultando a passagem da corrente. Através da velocidade da condução elétrica e de acordo com os dados introduzidos na balança sobre o avaliado; sexo, idade, altura e intensidade da atividade física, o aparelho consegue calcular e analisar a CC indicando a quantidade de *massa livre de gordura* e massa gorda do indivíduo. A validade desse método pode ser influenciada por vários fatores que podem vir a comprometer seu resultado como; tipo de aparelho utilizado, pelo estado alimentar e de hidratação do avaliado, pela temperatura ambiente e também pelo ciclo menstrual (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009).

O método de dobras cutâneas é utilizado para estimar o %GC tanto em situações de campo como também clínica é usado um aparelho chamado adipômetro (adipo= gordura e metro= medida). Uma das vantagens desse método é que o avaliador além de obter as medidas das espessuras da gordura subcutânea nas dobras avaliadas, ele também tem conhecimento como está distribuído o tecido adiposo nas diferentes regiões do corpo do avaliado, sendo um método muito utilizado por ter um custo relativamente baixo, quando comparado a vários outros métodos. Apesar de ser um método com as vantagens acima segundo Pollock e Jackson (1984) citado por Pollock; Wilmore, (1993) as medidas obtidas por esse método, podem estar sujeitas a erros, que podem ter diferenças de até 3% na estimativa da CC do indivíduo avaliado, podendo haver diferenças de até 12mm em um único ponto antropométrico mensurado, mesmo tendo sido realizada por

avaliadores experientes (MONTEIRO, 1984). Através do uso de uma equação o avaliador consegue obter a densidade corporal e o percentual. Apesar do uso de equações para a população em geral ter suas limitações tais como; uma determinada equação se mostrar específica a uma determinada população, e por esse motivo foi necessário desenvolver diversas equações e utilizar varias amostras de indivíduos com idades e diferentes CC para estimar a densidade corporal (JACKSON; POLLOCK, 1978). Entre essas varias equações para populações específicas e gerais capazes de fazer essa predição, entre elas estão às equações de Jackson e Pollock (1978 e 1980) que foram validadas para homens e mulheres, sendo para eles na faixa de idade entre 18 e 61 e para elas entre 18 e 55 anos, onde são utilizadas as variáveis de idade e somatório de 3 ou 7 dobras (MONTEIRO, 1984).

Como citado anteriormente a CC é extremamente importante por sua estreita relação com o estado de saúde dos indivíduos, uma vez que a forma como é distribuída a gordura corporal estão relacionadas com várias doenças, como exemplo podemos citar a destruição da gordura de forma chamada; androide que é quando o tecido adiposo está concentrado principalmente na região abdominal, e está relacionada com doenças crônico-degenerativas e um maior risco de doenças cardiovasculares e metabólicas (SANTOS; GUIMARÃES, 2002). Essa CC pode ser alterada por diversos fatores como idade, sexo, nível de atividade física, grau de nutrição e por doenças que podem acometer um individuo.

Em indivíduos com LM a CC se apresenta de forma diferente a dos indivíduos sem lesão, já que a LM causa inúmeras alterações físicas (VASCO; FRANCO, 2017). Entre essas alterações estão as neuro-musculoesqueléticas como atrofia e espasticidade dos membros acometidos e também as disfunções autonômicas, mudanças metabólicas, hormonais, neuromusculares, redução da capacidade respiratória, e também da circulação sanguínea (NASCIMENTO; SILVA, 2007). Durante a fase aguda, principalmente nos três primeiros meses acaba ocorrendo a atrofia da massa muscular, devida a perda da capacidade de contração muscular voluntária, o que acaba resultando em ganhos de *massa gorda*. Como o sistema nervoso autônomo (SNA) é quem controla as oscilações internas do organismo, a perda da capacidade de contração muscular, em conjunto com as mudanças

vasculares, fenômenos tromboembólicos que ocorrem, podem acarretar desmineralização óssea, o que acaba afetando os componentes que influenciam na formação e na densidade dos ossos, podendo acarretar processos degenerativos osteoarticulares que culminam em um quadro de osteoporose. Após a fase aguda, as alterações na CC continuam ocorrendo devida a perda ou alteração dos reflexos somáticos e dos reflexos autônomos; ocorrendo alterações no tônus muscular, pela incapacidade do indivíduo recrutar fibras motoras nos membros abaixo do nível onde ocorreu a lesão, que é causado pela interrupção em um ponto da via motora (VARGAS et al., 2017). A partir dessa interrupção, como os impulsos nervosos não chegam aos membros inferiores, ocorre o processo de atrofia muscular, e redução das fibras e conseqüentemente da área de secção transversa dos músculos afetados. Quando em decorrência da LM ocorre um quadro de tetraplegia, essa atrofia também ocorre nos músculos do tronco e em membros superiores (WOELFEL et al., 2016).

A maior parte dos indivíduos que lesionam a coluna, tem uma maior tendência ao sedentarismo e conseqüentemente a obesidade, devido a falta de movimento dos membros afetados e com isso às dificuldades físicas ocasionadas por essa deficiência, que acabam afetando a funcionalidade e independência desses indivíduos. Sua atividade física diária acaba sendo reduzida, por causa das barreiras impostas pela lesão e pela falta de estrutura nas cidades, que acabam dificultando a locomoção dos mesmos. Fato que é ocasionado por diversos fatores como; a falta de rampas, elevadores e transporte adaptado, que acabam fazendo com que eles fiquem mais tempo confinados em casa (SILVA et al., 2004). Essa imobilidade acaba levando a significantes alterações na CC como o aumento da *massa de gordura* nessa população, que acaba tornando esses sujeitos propensos a uma maior incidência a diversas disfunções; cardiovasculares, neurológicas, metabólicas e psicológicas. Segundo COUPAUD (2009) a diminuição da *massa livre de gordura* está relacionada ao decréscimo da taxa metabólica basal e ao aumento do tecido adiposo corporal. As disfunções metabólicas acabam causando alterações no perfil lipídico desses indivíduos, fazendo com que a concentração das lipoproteína de alta densidade seja reduzida, e que ocorra um aumento do colesterol total e da lipoproteína de baixa densidade já que essa última transportadora de lipoproteína é composta principalmente por colesterol (SILVA et al., 2004). A menor mobilidade e

nível de atividade física desses indivíduos, acaba provocando o desequilíbrio entre a ingestão alimentar e a gasto energético, o que acaba por resultando em um balanço energético positivo e conseqüentemente aumento do tecido adiposo, aumento na secreção de adipocinas inflamatórias, e enfim a obesidade, e que acaba fazendo com que essa população seja propensa a se tornarem resistentes a insulina e a desenvolverem diabetes *mellitus* tipo 2 (SILVEIRA et al., 2009).

Segundo ATHAYDE, (2007) indivíduos com LM motivados por diversas razões e objetivos, vem cada vez mais adotando a pratica esportiva, tão importante no processo de reabilitação, integração, inclusão e melhora na qualidade de vida desses indivíduos. Vários estudos demostram a importância e os benefícios da pratica de atividade física para essa população, entre elas estão; um melhor condicionamento físico, redução do peso corporal e diminuição dos riscos de doenças oosteoarticulares, cardiovasculares e metabólicas (HASKELL et al., 2007).

1.1 Justificativas

1.1.1 Relevância para as Ciências da Reabilitação

O estudo 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 cardiorrespiratório de indivíduos com LM e (iii) contribui, de certa maneira, para a discussão de possíveis estratégias (ou seja, intervenções) que possam ser adotadas para a reabilitação primária e terciária da população com LM. Nesse cenário, inclui-se prática de exercícios físicos e esportes, que poderão ser prescritos de forma mais precisa de acordo com as características e demandas de cada sujeito. Por meio do conhecimento gerado por este estudo acredita-se que profissionais da área da saúde que trabalham com indivíduos com LM também beneficiados, no sentido de adquirir novos conhecimentos na área para aplicá-los na sua prática clínica.

1.1.2 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, que podem ser considerados como pertencentes a um grupo marginalizado pela sociedade, ou seja, de pessoas com deficiência. Assim essa pesquisa visa contribuir para que essa população possa ter acesso a recursos que possam auxiliá-los na melhora da sua capacidade funcional e assim poderem usufruir de melhores oportunidades de participação da sociedade. Pois 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 alterações relacionadas ao sistema cardiorrespiratório, devido à fraqueza ou paralisia dos músculos respiratórios, menor mobilidade diafragmática, menor volume corrente nos pulmões, mudanças no padrão respiratório, infecções respiratórias recorrentes, alterações no controle autonômico cardíaco, menor quantidade de massa muscular, entre outros. Tais alterações, se não avaliadas, acompanhadas e tratadas adequadamente, podem levar a complicações mais severas que, em instâncias mais superiores, aumentarão os custos com a assistência médica e levarão a um pior estado geral de saúde. Por isso, este estudo tem a sua importância reforçada pois visa investigar aspectos funcionais relacionados ao sistema cardiorrespiratório e variáveis antropométricas e, a partir de então, os indivíduos com LM poderão ser melhor acompanhados e orientados quanto às possíveis intervenções como o exercício físico.

1.1.3 Relevância para o Desenvolvimento Sustentável

Esse estudo 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.

1.2 Objetivos

1.2.1 Primário/Geral

Elaborar uma equação de predição para o oxigênio de pico por meio do uso de variáveis antropométricas e de esforço de indivíduos com lesão medular.

1.2.2 Secundários/Específicos

- Comparar a aptidão cardiorrespiratória em esforço de indivíduos com LM alta (cervical) e LM baixa (toracolombar).
- Comparar variáveis antropométricas de indivíduos com LM alta (cervical) e LM baixa (toracolombar).

1.3 Hipóteses

As hipóteses do estudo são:

- Variáveis antropométricas e de esforço são capazes de predizer o oxigênio de pico de indivíduos com LM.
- Indivíduos com LM alta apresentam menor capacidade cardiorrespiratória em esforço.
- Indivíduos com LM alta apresentam maior acúmulo de gordura corporal.

Capítulo 2 Participantes e Métodos

2.1 Aspectos éticos

Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Institucional (CAAE: 37041520.4.0000.5235) (Apêndice 1), sendo elaborado em consonância com a resolução 466/2012. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice 2) 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

Laboratório de Avaliação e Reabilitação dos Sistemas Cardiovascular e Respiratório do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da UNISUAM.

2.3 Amostra

2.3.1 Local de recrutamento do estudo

Os participantes do estudo foram recrutados em duas equipes esportivas voltadas para pessoas com deficiência física: (a) Adaptbasquete e (b) Santer Vikings Rugby. O Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da UNISUAM possui parceria técnico-científica com as duas equipes e, portanto, os participantes do estudo foram selecionados por conveniência e os atletas foram recrutados nos seus locais de treinamento.

- Santer Rio Rugby: São Cristóvão Futebol Clube (endereço: Avenida Brigadeiro Trompowski, 21044 - Maré, Rio de Janeiro - RJ).

Adaptbasquete: CIAD - Centro Integrado de Atenção ao Deficiente (endereço: Avenida Presidente Vargas, 1997 - 3º andar, Centro - RJ).

2.3.2 Critérios de inclusão

- Homens
- Idade maior ou igual a 18 anos de idade;
- Lesão medular incompleta, em qualquer nível;
- Prática de esportes no tempo mínimo de 6 meses (rugby em cadeira de rodas, no caso dos indivíduos com lesão alta e basquete em cadeira de rodas, no caso dos indivíduos com lesão baixa).

2.3.3 Critérios de exclusão

- Presença de limitação funcional/ física que impedisse a realização das avaliações propostas.

2.4 Procedimentos/Metodologia proposta

2.4.1 Caracterização demográfica, da deficiência e de treinamento esportivo

Para a caracterização demográfica dos participantes, além de obtenção das informações relacionadas à deficiência (por exemplo, tipo, altura/nível da lesão, tempo de ocorrência, entre outros) e à prática esportiva (esporte praticado, tempo, volume semanal, entre outros) foi aplicado um questionário previamente utilizado em estudos anteriores da linha de pesquisa a qual este estudo está inserido (Anexo 1).

2.4.2 Composição corporal

Para a investigação da composição corporal foi utilizado o método antropométrico. As medidas foram padronizadas a partir das recomendações da Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (*International Society for the Advancement of Kinanthropometry*; ISAK, 2001). As seguintes medidas foram realizadas:

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. Marca: Micheletti; Brasil; capacidade máxima= 300 kg; precisão=100g. Esta balança possui uma base maior em relação às balanças convencionais, para facilitar o acesso da cadeira e possibilitar que o procedimento de pesagem fosse realizado com o indivíduo utilizando sua própria cadeira de rodas. O procedimento de pesagem foi feito da seguinte forma: o indivíduo sendo pesado na cadeira de rodas e posteriormente a cadeira sendo pesada sem o indivíduo. A MCT foi definida pela diferença entre o valor que foi obtido durante a pesagem do indivíduo na sua própria cadeira de rodas (kg) subtraído pelo valor obtido na pesagem da cadeira de rodas. (kg)

b) Estatura (cm) – Essa medida foi realizada através do comprimento do corpo, com o indivíduo sendo colocado em posição supina sobre uma maca com os braços estendidos ao longo do corpo, descalço e com a cabeça livre de adereços. A distância entre os pontos antropométricos vértex e a região plantar foi medida com uso de um instrumento chamado paquímetro de haste longa (Sanny; Brasil; precisão de 0,1 cm).

c) Dobra cutânea de tríceps (mm) – Foi realizada com o avaliado estando com braços estendido, sendo medida no ponto médio entre as extremidades distal (rádio) e proximal (acrômio) do braço, na região posterior. Foi utilizado o adipômetro da marca (Cescorf; Brasil; precisão de 1,0 mm).

d) Perímetro de braço (cm) – Medido no ponto médio acrômio-radial. A fita permaneceu posicionada perpendicularmente ao longo do eixo do braço, com o braço e antebraço paralelos ao corpo. Para tal, foi usada uma fita métrica flexível (Cardiomed; Brasil; precisão de 1,0 mm).

e) Perímetro de braço contraído (cm) – Medido com o ombro e cotovelo flexionados a 90 graus. Foi solicitado que o avaliado realizasse uma contração máxima do braço e a medida foi realizada na região de maior perímetro (Cardiomed; Brasil; precisão de 1,0 mm).

A partir das medidas do perímetro de braço e da dobra cutânea de tríceps foi calculada a circunferência muscular do braço (CMB), através da seguinte fórmula:

$$\text{CMB (cm)} = [\text{PB (cm)} - (\pi \times \text{DCT (cm)})] \text{ (GURNEY e JELLIFFE, 1973)}$$

2.4.3 Teste Cardiopulmonar de Esforço

O teste cardiopulmonar de esforço progressivo (TCPE) foi realizado utilizando-se um cicloergômetro de membros superiores (Top Excite; Technogym; Itália). Anteriormente ao dia em que foi realizado a avaliação, o avaliado foi orientado a vestir roupas confortáveis, durante sua realização, e que no período de 24 horas anteriores, não deveria praticar qualquer atividade física, e a não fazer ingestão de bebidas alcoólicas e que contivessem cafeína pelo período de 8 horas antes do teste (ACSM, 2011). Antes de iniciar o exame, o avaliador realizou a calibragem do aparelho, e observou se os protocolos pré-estabelecidos seriam realizados de forma correta.

O indivíduo avaliado foi submetido a uma tricotomia e limpeza com álcool e esponja nos locais onde seriam colocados os eletrodos, esse método foi utilizado para diminuir possíveis ruídos que podem ocorrer durante a captação dos sinais, e poderiam interferir no resultado final do exame. Para que os dados fossem adquiridos foi utilizado um aparelho de eletrocardiograma com 12 canais (12 derivações) e eletrodos de prata/cloreto de prata (Ag/AgCl) fabricante 3M. Foi utilizado gel condutor nos eletrodos e os seguintes canais foram colocados : 2 subclaviais, 2 supriliaicos, 4 subcostais, 1 no manúbrio, e 2 na linha mamilar. Os registros eletrocardiográficos foram obtidos em tempo real durante 10 minutos, de teste. E puderam ser analisados através de seus respectivos canais no *software* Ergomet (Micromed; Brasil) E foram obtidos durante três momentos: repouso (pré-esforço), durante o esforço progressivo e no pós-esforço (recuperação). A realização

do teste em geral teve previsão de duração entre 8 e 12 minutos, sendo realizado em um laboratório climatizado (temperatura próximas a 22°C), contendo iluminação e nível de silêncio propício para o tipo de exame realizado.

O avaliador explicou como seria realizado o teste para que o avaliado ficasse ciente de todas as etapas. Apresentou também o material que seria utilizado e como seria o funcionamento do cicloergômetro para membros superiores. Para os praticantes de rugby em cadeira de rodas, o protocolo utilizado levou em consideração a classificação funcional (CF) da modalidade: aqueles com CF menor ou igual a 2,0, valor que indica uma menor funcionalidade, incrementos de 2W/min e 5W/min para aqueles com a CF maior ou igual que 2,5, que indica uma maior funcionalidade. Para os praticantes de basquete em cadeira de rodas os incrementos foram de 5W/min. A carga inicial para todos os indivíduos foi de 20W/min e a ciclagem deveria ser mantida entre 50 e 60 rpm durante todo o decorrer do exame. O protocolo utilizado foi adaptado do apresentado por SILVA E TORRES (2002).

Durante a realização do teste foi feita em tempo real a análise metabólica dos gases ventilatórios, utilizando-se o aparelho: VO2000 (Medical Graphics; Estados Unidos) com um pneumatógrafo de fluxo médio. A ventilação pulmonar e as frações de expiradas de O₂ e CO₂ foram mensuradas respiração-a-respiração (*breath by breath*) e plotadas como média a cada 30 segundos (Ergomet; Micromed; Brasil). As variáveis analisadas foram: i) consumo de oxigênio de pico (VO_{2pico}) relativo (ml/kg.min⁻¹) ii) carga máxima ao final do esforço (w) iii) Frequência cardíaca de pico.

O TCPE foi realizado de maneira a ser de característica sintoma-limitante, e no caso de que ocorresse algum critério que necessitasse a interrupção do procedimento, de acordo com *American College of Sports Medicine* (2011), ou se fosse solicitado pelo avaliado em qualquer momento, o teste seria interrompido imediatamente.

Após o TCPE se iniciou a fase de recuperação (pós-esforço) que ocorreu de maneira passiva, durante três minutos, onde o avaliado ficou ainda sentado na mesma posição que foi adotada no decorrer do teste e do repouso.

2.5 Desfechos

2.5.1 Desfecho primário

- Consumo de oxigênio de pico

2.6 Análise dos dados

2.6.1 Tamanho amostral (cálculo ou justificativa)

Foi utilizada uma amostra não-probabilística de atletas que compõem duas equipes de esportes para pessoas com deficiência física: Santer Vikings Rugby, de rugby em cadeira de rodas (n=09) e Adaptbasquete, de basquete em cadeira de rodas (n=08). As duas equipes possuem parceria técnico-científica com o Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da UNISUAM (PPGCR-UNISUAM).

2.6.2 Variáveis de controle

- Idade (anos)
- Tempo de lesão (anos)
- Altura da lesão medular (cervical ou toracolombar)

2.6.3 Variáveis de exposição

- Prática esportiva (rugby em cadeira de rodas ou basquete em cadeira de rodas).

2.6.4 Variáveis de confusão

- Nível de atividade física

2.6.5 Procedimentos estatísticos

Os resultados foram descritos pelo cálculo da média \pm desvio-padrão e valores mínimo e máximo. A normalidade das variáveis foi verificada pelo teste de Shapiro Wilk. As comparações entre os grupos TETRA e PARA foram feitas com o teste T-Student. Para a predição do $VO_{2m\acute{a}x}$ por meio das variáveis antropométricas, de esforço e relativas à LM foi feito um modelo de regressão linear multivariado, com o método *Backward*. Antes da inserção das variáveis no modelo foi realizada uma análise para a verificação de ausência colinearidade, por meio de correlações simples bivariadas (coeficiente de correlação de Pearson; $r > 0,5$). No caso de observância de colinearidade, optou-se pela escolha de uma das variáveis. Todas as análises foram realizadas no programa SPSS for Windows versão 13.0 (Chicago, IL, USA), considerando significativo quando $p < 0,05$.

Capítulo 3 Resultados

Os resultados da presente dissertação deram origem ao manuscrito intitulado “O que prediz o consumo de oxigênio de pico em homens com lesão medular? Um estudo com variáveis antropométricas, variáveis do teste de esforço cardiopulmonar e características da lesão.”

Autoras:

Kátia Prenda de Souza¹

Míriam Raquel Meira Mainenti²

Patrícia dos Santos Vigário¹

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

²Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx).

Correspondência: Prof. Dra. Patrícia dos Santos Vigário

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

Rua Dona Isabel, n.94, Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 21041-020.

E-mail: patriciavigario@yahoo.com.br

Resumo

O $VO_{2m\acute{a}x}$ é a variável que melhor representa a aptidão aeróbia do indivíduo, porém em populações com limitações funcionais, como na lesão medular (LM), utiliza-se comumente o VO_{2pico} . A estimativa do $VO_{2m\acute{a}x/pico}$ por equações deve incluir variáveis que representem as características da população avaliada. Objetivo: elaborar uma equação de predição do VO_{2pico} em homens com LM a partir de variáveis antropométricas, variáveis de esforço e características relacionadas à LM. Métodos: Estudo seccional com 09 homens com LM alta incompleta e 08 com LM baixa completa (grupos TETRA e PARA, respectivamente). A aptidão cardiorrespiratória foi investigada por meio do teste cardiopulmonar de esforço em um cicloergômetro para membros superiores. As variáveis consideradas no pico do esforço foram: VO_{2pico} (L/min), carga (w) e frequência cardíaca (bpm). Em relação à composição corporal foram considerados: somatório de 4 dobras cutâneas (mm), massa corporal total (kg) e circunferência muscular de braço (cm). Como variável relativa à LM foi considerado o nível/ altura da LM (grupo). Um modelo de regressão linear multivariado com método “*Backward*” (SPSS 27.0; $\alpha=5\%$) foi feito para a predição do VO_{2pico} . Resultados: Os grupos mostraram-se semelhantes em relação à idade ($P=0,05$) e tempo de LM ($P=0,280$), e diferiram-se quanto às variáveis antropométricas e variáveis cardiopulmonares, com menores valores médios para o grupo TETRA (todos os $P<0,05$ e tamanho de efeito classificados como muito grande ou imenso). A análise resultou em um modelo estatisticamente significativo $F(2,14) = 25,25$; $p < 0,001$; $R^2=0,783$. A tolerância mostrou que o modelo atendeu ao pressuposto da colinearidade (valor de tolerância= 0,753). A equação resultante foi: $VO_{2pico} = 0,134 + 0,256 * grupo (TETRA=0; PARA =1) + 0,014 * carga_{pico} (w)$. Pela análise dos coeficientes β padronizados, observou-se que a carga ($\beta =0,686$) foi aproximadamente duas vezes mais importante que o grupo ($\beta=0,314$) na predição do VO_{2pico} . Conclusão: A carga no pico do esforço e a altura/nível da LM foram as variáveis que melhor predisseram o VO_{2pico} em homens com LM, enquanto as variáveis antropométricas não se mostraram associadas ao VO_{2pico} no modelo multivariado.

Palavras chave: Pessoa com deficiência; lesão medular; consumo de oxigênio; composição corporal; reabilitação.

Abstract

VO₂max is the variable that best represents the individual's aerobic fitness, but in populations with limitations, such as spinal cord injury (SCI), VO₂peak is commonly used. The estimation of VO₂max / peak by equations must include variables that represent the characteristics of the evaluated population. Objective: to develop an equation to predict VO₂peak in men with SCI based on anthropometric variables, effort variables and characteristics related to SCI. Methods: Cross-sectional study with 09 men with incomplete high LM and 08 with complete low LM (TETRA and PARA groups, respectively). Cardiorespiratory fitness was investigated through cardiopulmonary exercise testing in an upper limb cycle ergometer. The variables evaluated at peak effort were: VO₂peak (L / min), load (w) and heart rate (bpm). Regarding body composition, the following were considered: sum of 4 skinfolds (mm), total body mass (kg) and arm muscle circumference (cm). As a variable related to LM, the level/height of the LM (group) was considered. A multivariate linear regression model with the "Backward" method (SPSS 27.0; $\alpha = 5\%$) was made for the prediction of VO₂peak. Results: The different groups were similar in terms of age ($P = 0.05$) and time since LM ($P = 0.280$), and differed in terms of anthropometric and cardiopulmonary variables, with lower mean values for the TETRA group (all $P < 0.05$ and effect size rated too large or immense). The analysis resulted in a statistically significant model $F(2,14) = 25.25$; $p < 0.001$; $R^2 = 0.783$. The tolerance that the model met the collinearity assumption (tolerance value = 0.753). The resulting equation was: $VO_{2peak} = 0.134 + 0.256 * \text{group (TETRA = 0; PARA = 1)} + 0.014 * \text{peak load (w)}$. By analyzing the standardized β coefficients, it was observed that the load ($\beta = 0.686$) was approximately twice as important as the group ($\beta = 0.314$) in predicting VO₂peak. Conclusion: The load at peak effort and height / LM level were the variables that best predicted the VO₂peak in men with ML, while the anthropometric variables are not associated with the VO₂peak in the multivariate model.

Keywords: people with disability; spinal cord injury; oxygen consumption; body composition; rehabilitation.

Introdução

A lesão medular (LM) causa repercussões devastadoras na saúde física e emocional, em aspectos socioeconômicos e na qualidade de vida dos indivíduos (AHUJA et al., 2017). Por ser uma condição na qual não há obrigatoriedade de notificação e pela precariedade no número de estudos epidemiológicos, não se sabe atualmente o número de indivíduos com LM no Brasil. Os últimos dados remontam o início dos anos 2000 e demonstraram uma prevalência estimada em 180 mil indivíduos e uma incidência de 71/ 1.000.000 habitantes-ano, sendo a maior parte homens. Na ocasião, estes índices ficavam à frente de países como Turquia, Japão, Estados Unidos e Austrália (MASINI, 2018).

As complicações cardiovasculares, relacionadas ao comprometimento no controle autonômico cardíaco, são a principal causa de morte em indivíduos com LM (PHILLIPS; KRASSIOUKOV, 2015). Isso ocorre, pois, as fibras simpáticas que inervam o coração possuem origem na medula espinhal e, dessa forma, na presença de uma lesão a passagem das informações da periferia para o sistema nervoso autônomo e vice-versa fica comprometida. Draghici e Taylor (2018) destacam que os comprometimentos no controle autonômico cardíaco podem acontecer independente do nível/ altura da lesão e da sua completude. Como consequência, indivíduos com LM apresentam, por exemplo, menor frequência cardíaca em esforço, menor pressão arterial e menor consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) (GEE; WEST; KRASSIOUKOV, 2015)

O $VO_{2máx}$ é a variável que melhor representa a aptidão aeróbia do indivíduo pois traduz a integração entre os sistemas cardiovascular, respiratório e muscular (ADACHI, 2017). Baixos valores de $VO_{2máx}$ são descritos como preditores de morbimortalidade cardiovascular (KHAN et al., 2017) e por isso a sua avaliação também tem sido feita para estratificação de risco (PAOLILLO; AGOSTONI, 2017). Em situações em que o alcance do $VO_{2máx}$ não é conseguido tais como em populações com baixa funcionalidade ou condições incapacitantes, o VO_{2pico} é frequentemente utilizado, sendo este o maior valor de consumo de O_2 durante um esforço progressivo.

O teste cardiopulmonar de esforço (TCPE) até a exaustão voluntária máxima é o método padrão-ouro utilizado para a obtenção do $VO_{2máx}$ (HERDY et al., 2016), enquanto a estimativa é feita por meio da aplicação de equações, que devem

atender às características da população que está sob investigação. Mahseredjian et al. (1999) observaram, por exemplo, que o teste de Cooper foi impreciso para prever o $VO_{2\text{máx}}$ em jogadores de futebol, sendo necessária a escolha de outro método para este fim. Cazzola et al. (2008) mostraram que o teste de caminhada de 6 minutos foi mais adequado que o teste de caminhada de 12 minutos para avaliar a resposta ao exercício frente ao uso de broncodilatador em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, devido à menor percepção de cansaço. (ALMEIDA et al., 2019) constataram em adultos predominantemente jovens e saudáveis que o tamanho do trajeto onde o teste de caminhada de 6 minutos é realizado influencia o resultado final, ou seja, quanto maior o trajeto, melhor o desempenho.

Tendo em vista que o consumo de oxigênio durante o esforço sofre influência de múltiplas variáveis, o objetivo do presente estudo foi elaborar uma equação de predição do $VO_{2\text{pico}}$ em homens com LM a partir de variáveis antropométricas, de esforço e características relacionadas à LM. A escolha por estas variáveis se deu uma vez que se sabe que o nível/ altura da LM interfere diretamente na funcionalidade e na composição corporal dos indivíduos, e estas por sua vez estão relacionadas ao $VO_{2\text{pico}}$. Assim, a expectativa é a elaboração de uma equação que contenha variáveis que reflitam as características da população de indivíduos com LM.

Método

Estudo e participantes

Um estudo observacional do tipo seccional foi conduzido com homens com LM, sendo 09 com LM alta incompleta (quarta à sétima vértebra cervical; grupo TETRA) e 08 com LM baixa completa (primeira vértebra torácica à segunda vértebra lombar; grupo PARA). Todos os participantes tinham idade maior ou igual a 18 anos e eram fisicamente ativos com o tempo mínimo de seis meses de prática esportiva recreacional. Como critérios de exclusão foram considerados: tabagistas, usuários substâncias influenciem a resposta da frequência cardíaca em repouso ou durante o esforço, tal como beta-bloqueadores, simpatomiméticos e simpatolíticos, e aqueles que apresentavam dor ou limitação musculoesquelética incapacitante para a realização do teste cardiopulmonar de esforço (TCPE).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa institucional (CAAE: 37041520.4.0000.5235) e todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes da participação no estudo.

Teste Cardiopulmonar de Esforço - TCPE

Para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória em esforço foi realizado um TCPE com intensidade crescente em um cicloergômetro para membros superiores (TopExcite; TechnoGym; Itália). Todos os testes foram realizados no período da manhã, em um local com temperatura ($\approx 22^{\circ}\text{C}$) e umidade controladas ($\approx 60\%$) (YAZBEK et al., 1998).

A carga inicial do teste foi de 20w com sucessivos incrementos de 2w ou 5w a cada minuto (de acordo com a funcionalidade dos membros superiores dos participantes) e ciclagem entre 50-60 rpm (CAMPOS, 2013). Houve incentivo verbal para o alcance do esforço máximo e o teste foi interrompido por exaustão ou pelo aparecimento de um dos critérios definidos pelo *American College of Sports Medicine* (2018).

Ao longo de todo o teste, os participantes permaneceram conectados a um analisador metabólico de gases ventilatórios (VO2000; MedGraphics; Brasil) que permitiu a leitura da ventilação pulmonar (VE; L/min) e das frações expiradas de oxigênio (FeO_2 ; %) e de gás carbônico (FeCO_2 ; %). As informações foram registradas respiração-a-respiração e plotadas como a média de 30 segundos. Os registros eletrocardiográficos foram coletados e armazenados em tempo real utilizando-se o protocolo de 12 derivações (*software* Ergomet; Micromed; Brasil). Para tal, foram utilizados eletrodos de prata/cloreto de prata (Ag/AgCl) descartáveis (3M; Brasil).

As seguintes variáveis foram consideradas no pico do esforço: consumo absoluto de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{pico}}$; L/min), carga (potência; w) e frequência cardíaca (FC_{pico} ; bpm). Foi considerado como pico o maior valor apresentado na curva de VO_2 no último minuto do teste.

Variáveis antropométricas

Para a caracterização antropométrica foram realizadas as seguintes medidas: massa corporal total em uma balança de base alargada, tipo plataforma, para o uso

de cadeira de rodas (Micheletti; São Paulo; Brasil; 100g), estatura com os indivíduos deitados em decúbito dorsal, sendo feita a leitura da distância entre o vértex e a planta dos pés (fita métrica flexível; CESCORF; Rio Grande do Sul; Brasil; 0,1cm), circunferência de braço relaxado (fita métrica flexível; CESCORF; Rio Grande do Sul; Brasil; 0,1cm) e dobras cutâneas de tríceps, bíceps, subescapular e supraílica (adipômetro científico CESCORF; Rio Grande do Sul; Brasil; 0,1mm) (ISAK, 2001). Foram calculados a circunferência muscular do braço (CMB; cm) pela fórmula: $CB - [\pi \times DC(TRI)]$, onde CB = circunferência de braço relaxado, DC(TRI) = dobra cutânea de tríceps (GURNEY; JELLIFFE, 1973) e o somatório das quatro dobras cutâneas (mm).

Procedimentos estatísticos

Os resultados foram descritos pelo cálculo da média \pm desvio-padrão e valores mínimo e máximo. A normalidade das variáveis foi verificada pelo teste de Shapiro Wilk. As comparações entre os grupos TETRA (=0) e PARA (=1) foram feitas com o teste T-Student e o tamanho de efeito (TDE) calculado pelo g de Hedges. Para a classificação do TDE utilizou-se a proposta descrita por (SAWILOWSKY, 2009): $\leq 0,01$ = muito pequeno; $> 0,01$ TDE $\leq 0,2$ = pequeno; $> 0,2$ TDE $\leq 0,5$ = médio; $> 0,5$ TDE $\leq 0,8$ = grande; $> 0,8$ TDE $\leq 1,2$ = muito grande, e $> 1,2$ = imenso.

Para a predição do VO_{2pico} foi feito um modelo de regressão linear multivariado, com o método *Backward*. Foram testadas no modelo as variáveis preditoras que na análise bivariada com o VO_{2pico} apresentaram correlação classificada como moderada ou superior (coeficiente de correlação de Pearson $\geq 0,5$) (HINKLE; WIERSMA; JURIS, 2003). Todas as análises foram realizadas no programa estatístico IBM SPSS Statistics for Windows versão 27.0 (Armonk, NY: IBM Corp.), considerando significativo quando $p < 0,05$.

Resultados

Os grupos se mostraram semelhantes em relação à idade (TETRA = $34,4 \pm 7,5$; mínimo=25; máximo=47 anos; PARA = $42,4 \pm 8,2$; mínimo=25; máximo=50 anos; $P=0,05$) e ao tempo de LM (TETRA= $12,2 \pm 5,7$; mínimo=4; máximo=24 anos; PARA $8,6 \pm 7,5$; mínimo = 3; máximo=26 anos; $P=0,280$). Os grupos se diferiram em relação à massa corporal total, somatório de 4 dobras cutâneas e circunferência

muscular de braço, com menores valores médios para o grupo TETRA, e TDE classificados como muito grande ou imenso (Tabela 1).

Na Tabela 2 estão apresentadas às variáveis relativas à capacidade cardiorrespiratória. O grupo TETRA apresentou menores valores médios de FC_{pico} (P=0,009), VO_{2 pico} (P=0,004) e carga_{pico} (P=0,042), com TDE classificados como muito grande ou imenso.

Tabela 1 – Características antropométricas dos participantes do estudo de acordo com o nível/ altura da lesão medular.

	TETRA (n=09)	PARA (n=08)	P-valor*	Tamanho de Efeito**
Massa corporal total (kg)	67,7 ± 9,2 50,7 – 80,1	80,8 ± 14,9 58,9 – 100,2	0,042	-1,025
Estatura (cm)	179,7 ± 5,7 171 – 188,5	174,8 ± 7,2 164 – 184	0,135	0,729
Somatório de 4 dobras cutâneas (mm)	30,9 ± 10,2 16,5 – 47,7	57,2 ± 18,8 34 – 97,5	0,004	-1,636
Circunferência muscular de braço (cm)	28,2 ± 4,6 21,8 – 34,2	33,9 ± 4,0 28,7 – 39,7	0,019	-1,249

* Teste T-Student; Nível de significância estatística = 5%.

** g de Hedges

Após a análise de correlação bivariada entre as variáveis preditoras e o VO_{2pico}, as seguintes foram testadas no modelo de regressão multivariado: grupo, carga no final do esforço e FC no final do esforço. A análise resultou em dois modelos estatisticamente significativos e optou-se pela escolha do mais parcimonioso, isto é, com menor número de variáveis preditoras e erro: F(2,14) = 25,25; p < 0,001; R²=0,783. A tolerância mostrou que o modelo atendeu ao pressuposto da colinearidade (valor de tolerância= 0,753). A equação resultante foi: VO_{2pico} = 0,134 + 0,256 * grupo (TETRA=0; PARA =1) + 0,014 * carga_{pico} (w) (Tabela 3). Pela análise dos coeficientes β padronizados, observou-se que a carga (β =0,686) foi aproximadamente duas vezes mais importante que o grupo (β=0,314) na predição do VO_{2pico}.

Tabela 2 – Variáveis relativas à capacidade cardiorrespiratória no pico do esforço dos participantes do estudo.

	TETRA (n=09)	PARA (n=08)	P-valor*	Tamanho de Efeito
FC _{pico} (bpm)	121,8 ± 27,4 82 - 167	155,6 ± 16,8 127 - 179	0,009	-1,393
VO _{2 pico} (L/min)	0,7 ± 0,2 0,2 – 0,9	1,2 ± 0,4 0,9 – 2,3	0,004	-1,547
Carga _{pico} (w)	42,6 ± 13,5 22 - 60	63,1 ± 23,9 45 - 120	0,042	-1,023

FC_{pico} = frequência cardíaca de pico; VO_{2 pico} = consumo absoluto de oxigênio de pico; carga _{pico} = carga no pico do esforço.

* Teste T-Student; Nível de significância estatística = 5%.

** g de Hedges

Tabela 3 – Regressão linear multivariada modelo *backward* para predição do VO_{2pico} a partir das variáveis consideradas no estudo

	Coeficientes β não-padronizados		Coeficientes β padronizados	Intervalo de confiança de 95% para o Beta		t	Sig
	β	Erro- padrão		Limite inferior	Limite superior		
Constante	0,134	0,139	-	-0,164	0,433	0,964	0,351
Grupo	0,256	0,117	0,314	0,005	0,508	2,187	0,046
Carga	0,014	0,003	0,686	0,007	0,020	4,779	<0,001

Discussão

O objetivo principal do presente estudo foi elaborar uma equação de predição do VO_{2pico} em indivíduos com LM a partir de variáveis antropométricas, de esforço e características relacionadas à LM. Os principais achados foram: (i) as variáveis antropométricas não se mostraram associadas à predição do VO_{2pico} e portanto, não foram incluídas no modelo multivariado; (ii) a carga no pico do esforço e o nível/

altura da lesão foram as variáveis que estiveram associadas ao VO_{2pico} e (iii) a carga foi a variável mais importante para a predição do VO_{2pico} .

Em indivíduos sem lesão medular, uma das fórmulas mais usadas para a estimativa do $VO_{2máx}$ e prescrição do treinamento físico tem como variáveis preditoras a velocidade e inclinação ao final de um teste máximo em esteira [$VO_{2máx} = (0,2 * velocidade) + (0,9 * velocidade * inclinação) + 3,5$] (ACSM, 2011). Em protocolos utilizando cicloergômetros para membros inferiores, a carga também é descrita como variável preditora do $VO_{2máx}$ juntamente com a massa corporal total em diversas equações, incluindo as propostas por Astrand e Rodahl (1987), pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 1980) por (BALKE; WARE, 1959) e (BRUCE; KUSUMI; HOSMER, 1973). De fato, existe uma associação entre a intensidade (carga) e o consumo de oxigênio durante o exercício físico, isto é, quanto maior o esforço, maiores são as demandas metabólicas e a necessidade de ressíntese de ATP.

O nível/ altura da LM se associa positivamente com as limitações causadas nos diversos órgãos e sistemas, ou seja, quanto mais altos os segmentos acometidos, maiores as repercussões. Herrmann et al. (2011) compararam a funcionalidade de indivíduos com tetraplegia e paraplegia por meio da aplicação da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) e encontraram que as limitações funcionais e de participação eram maiores nos indivíduos com tetraplegia. Em relação à aptidão cardiorrespiratória, assim como observado no presente estudo, (AU et al., 2018) observaram menor capacidade cardiorrespiratória em esforço em indivíduos com tetraplegia (N=22) quando comparados aos indivíduos com paraplegia (N=16). Resultados semelhantes também foram descritos por (HOOKE et al., 1993), (LEICHT; BISHOP; GOOSEY-TOLFREY, 2012) e (LEICHT et al., 2014) e reforçam que a altura/ nível da lesão é um fator importante na determinação de diferenças no consumo de oxigênio.

Uma das formas de minimizar os efeitos deletérios da LM em múltiplos cenários é por meio da prática de exercícios físicos. Miller e Herbert (2016) destacam que pacientes que dão início à reabilitação com exercícios físicos logo no primeiro ano após a LM apresentam uma grande economia financeira devido a um menor número de internações e a uma menor dependência com serviços de assistência médica. O sedentarismo, que geralmente possui alta prevalência nessa

população, é outro fator que contribui para o aumento do risco de complicações e menor sobrevida. A avaliação do $VO_{2\text{pico}}$ antes e durante a rotina de treinamento é uma estratégia que desejavelmente deve ser adotada para não somente se conhecer o nível inicial de condicionamento aeróbio, como também acompanhar as respostas crônicas ao treinamento.

O presente estudo tem como limitação os seguintes pontos: (i) a realização do TCPE em um cicloergômetro para membros superiores, cuja mecânica do movimento de ciclagem não representa o movimento realizado no cotidiano para a propulsão da cadeira de rodas; (ii) a não realização de um re-teste para a verificação da reprodutibilidade dos resultados encontrados no TCPE; (iii) o tamanho da amostra, fato este que pode limitar o poder do estudo e (iv) a não validação da equação gerada. No entanto, como uma abordagem piloto traz *insights* para que novos estudos que sejam realizados considerando as limitações aqui apresentadas, além de apresentar uma boa aplicabilidade prática na abordagem da capacidade cardiorrespiratória de indivíduos com LM.

Conclusão

A carga no pico do esforço e a altura/nível da LM foram as variáveis que melhor predisseram o $VO_{2\text{pico}}$ em homens com LM, enquanto as variáveis antropométricas não se mostraram associadas ao $VO_{2\text{pico}}$ no modelo multivariado.

AGRADECIMENTOS

Esse estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001, pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) (edital E-26/203.256/2017) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os autores também agradecem à Academia Paralímpica Brasileira, do Comitê Paralímpico Brasileiro (APB/CPB), pelo apoio científico.

Referências

ACSM. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 8ª ed. **Guanabara Koogan**, Rio de Janeiro, 2011

_____. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 10ª ed. **Guanabara Koogan**, Rio de Janeiro, 2018.

ACSM. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. **Lea & Febiger**, Philadelphia.1980

ADACHI, H. Cardiopulmonary exercise test: The most powerful tool to detect hidden pathophysiology. **International Heart Journal**, v. 58, n. 5, p. 654–665, 2017.

AHUJA, C. S. et al. Traumatic spinal cord injury. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 3, 2017.

ALMEIDA, V. P. et al. Predictive models for the six-minute walk test considering the walking course and physical activity level. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, 2019.

ASTRAND, P.; RODAHL, K. **Trabalho de fisiologia do exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

AU, J. S. et al. Assessing Ventilatory Threshold in Individuals With Motor-Complete Spinal Cord Injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, 2018.

BALKE, B.; WARE, R. W. An experimental study of physical fitness of Air Force personnel. **United States Armed Forces medical journal**, 1959.

BRUCE, R. A.; KUSUMI, F.; HOSMER, D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. **American Heart Journal**, 1973.

CAMPOS, Luis Felipe Castelli Correia de. **Comparação entre métodos para mensuração da potência aeróbia em atletas tetraplégicos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física, Campinas, São Paulo, 2013.

CAZZOLA, M. et al. Use of 6-min and 12-min walking test for assessing the efficacy of formoterol in COPD. **Respiratory Medicine**, v. 102, n. 10, p. 1425–1430, 2008.

DRAGHICI, A. E.; TAYLOR, J. A. **Baroreflex autonomic control in human spinal cord injury: Physiology, measurement, and potential alterations***Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 2018.

GEE, C. M.; WEST, C. R.; KRASSIOUKOV, A. V. Boosting in Elite Athletes with Spinal Cord Injury: A Critical Review of Physiology and Testing Procedures. **Sports Medicine**, v. 45, n. 8, p. 1133–1142, 2015.

GURNEY, J. M.; JELLIFFE, D. B. Arm anthropometry in nutritional assessment: nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross sectional muscle and fat areas. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 26, n. 9, p. 912–915, 1973.

HERDY, A. H. et al. Cardiopulmonary exercise test: Background, applicability and interpretation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 5, p. 467–481, 2016.

HERRMANN, K. H. et al. Differences in functioning of individuals with tetraplegia and paraplegia according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). **Spinal Cord**, v. 49, n. 4, p. 534–543, 2011.

HINKLE, D.; WIERSMA, W.; JURIS, S. **Applied Statistics for the Behavioral Sciences**. 5th ed. Boston: Houghton Mifflin, 2003

HOOKE, S. P. et al. Oxygen uptake and heart rate relationship in persons with spinal cord injury. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 1993.

ISAK. International society for the advancement of kinanthropometry. **International Standards for Anthropometric Assessment**. Australia: ISAK, 2001.

KHAN, H. et al. Cardiorespiratory fitness and nonfatal cardiovascular events: A population-based follow-up study. **American Heart Journal**, 2017.

LEICHT, C. A.; BISHOP, N. C.; GOOSEY-TOLFREY, V. L. Submaximal exercise responses in tetraplegic, paraplegic and non spinal cord injured elite wheelchair athletes. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, 2012.

LEICHT, C. A. et al. Blood lactate and ventilatory thresholds in wheelchair athletes with tetraplegia and paraplegia. **European Journal of Applied Physiology**, 2014.

MAHSEREDJIAN, F.; BARROS NETO, T. L. DE; TEBEXRENI, A. S. Estudo comparativo de métodos para a predição do consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio em atletas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 5, n. 5, p. 167–172, 1999.

MASINI, M. Estimativa da incidência e prevalência de lesão medular no Brasil. **Jbnc - Jornal Brasileiro De Neurocirurgia**, v. 12, n. 2, p. 97–100, 2018.

MILLER, L. E.; HERBERT, W. G. Health and economic benefits of physical activity for patients with spinal cord injury. **ClinicoEconomics and Outcomes Research**, v. 8, p. 551–558, 2016.

PAOLILLO, S.; AGOSTONI, P. Prognostic role of cardiopulmonary exercise testing in clinical practice. **Annals of the American Thoracic Society**, v. 14, n. 1, p. S53–S58, 2017.

PHILLIPS, A. A.; KRASSIOUKOV, A. V. Contemporary cardiovascular concerns after spinal cord injury: Mechanisms, maladaptations, and management. **Journal of Neurotrauma**, v. 32, n. 24, p. 1927–1942, 2015.

SAWILOWSKY, S. S. Journal of Modern Applied Statistical Methods New Effect Size Rules of Thumb New Effect Size Rules of Thumb. **Journal of Modern Applied Statistical Methods**, 2009.

YAZBEK, P. et al. Ergoespirometria. Teste de Esforço Cardiopulmonar, Metodologia e Interpretação. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 71, n. 5, p. 719–724, 1998.

Capítulo 4 Conclusão

Dentre as variáveis relativas ao esforço, antropométricas e de características da LM, a carga no pico do esforço, o nível/ altura da lesão medular e o IMC foram as aquelas que melhor predisseram o VO₂pico em indivíduos com LM. O uso da equação de predição do VO₂pico proposta além de permitir o conhecimento da aptidão física aeróbia inicial de indivíduos com LM, permitirá o acompanhamento de respostas crônicas a intervenções como reabilitação, exercício físico e esportes.

Referências

ACSM. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 8ª edição, **Guanabara Koogan**, Rio de Janeiro. 2011.

ALCÂNTARA, L. A. DE M. B.; SOUZA, M. A. DO N.; ALMEIDA, R. J. DE. Aspectos da Qualidade de Vida de Pessoas com Lesão Medular no Brasil: Uma Revisão Integrativa. **Saúde e Pesquisa**, v. 8, n. 3, p. 569, 31 dez. 2015.

ALEXANDER, M. S. *et al.* International standards to document remaining autonomic function after spinal cord injury. **Spinal Cord**, v. 47, n. 1, p. 36-43, 2009.

ALMEIDA *et al.* Efeitos da prática da natação adaptada sobre o perfil bioquímico e o estado de condicionamento físico de indivíduos com lesão medular. *Medicina*, Ribeirão Preto; v.44, n.4, p.88-377, 2011.

ANDRADE, T.L.; *et al.* Disreflexia autonômica e intervenções de enfermagem para pacientes com lesão medular. **Rev. Esc. Enferm. USP.**; v.47, n.1, p.93-100, 2013.

ARES, M.; CASALIS, M. de Avaliação da incapacidade e níveis funcionais. In: GREVE, J.; CASALIS, M.; BARROS, T. **Diagnóstico e tratamento da lesão da medula espinhal**. 1. ed. São Paulo: Rocas, 2001.

ASTORINO, T. A. *et al.* Verification testing to confirm VO₂max attainment in persons with spinal cord injury. **Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 42, n. 4, p. 494–501, 2019.

ATHAYDE, A. DE. A composição corporal em indivíduos com lesão medular praticantes de basquetebol em cadeira de rodas. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**, p. 39–44, 2007.

BAKKUM, A. J. T. *et al.* Effects of hybrid cycle and handcycle exercise on cardiovascular disease risk factors in people with spinal cord injury: A randomized controlled trial. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 47, n. 6, p. 523–530, 2015.

BARBOSA F.P. Modelos matemáticos para estimativa do consumo máximo de oxigênio pela ventilometria de esforço em indivíduos saudáveis. Tese (doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2007.

BARROS NETO, T.L.; CESAR, M.C.; TEBEXRENI, A.S.. Fisiologia do exercício. In: GHORAYEB, N., BARROS, T. L. O exercício. Preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos. São Paulo: Atheneu, 1999, p. 3-13 apud BRADBURY, E. J.; MCMAHON, S. B. Spinal cord repair strategies: Why do they work? **Nature Reviews Neuroscience**, v. 7, n. 8, p. 644–653, 2006.

BRADBURY, E. J.; MCMAHON, S. B. Spinal cord repair strategies: Why do they work? **Nature Reviews Neuroscience**, v. 7, n. 8, p. 644–653, 2006.

BRASIL. Diretrizes de atenção à pessoa com lesão medular. Brasília: Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: Acesso em: 28 jul. 2019.

BENTO, S.; CARVALHO, M. DA P.; FARIA, F. Recondicionamento ao Esforço na Lesão Medular. **Revista da Sociedade Portuguesa de Medicina Física e de Reabilitação**, v. 28, p. 22-28, 2016.

BUCHHOLZ, A. C.; MCGILLIVRAY, C. F.; PENCHARZ, P. B. Differences in resting metabolic rate between paraplegic and able-bodied subjects are explained by differences in body composition. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, n. 2, p. 371–378, 2003.

CALDEIRA, J. B. *et al.* Avaliação da função autonômica cardiovascular em portadores de lesão medular submetidos à variabilidade da frequência cardíaca. **Motricidade**, v. 9, n. 2, p. 37-49, 2013.

CARITÁ, R. A. C. *et al.* Componente lento da cinética do VO₂: determinantes fisiológicos e implicações para o desempenho em exercícios aeróbios. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano RBCDH**, v. 16, n. 2, p. 233-246, 2014.

CLAYDON, V. E.; KRASSIOUKOV, A. V. Clinical correlates of frequency analyses of cardiovascular control after spinal cord injury. **American Journal of Physiology Heart and Circulatory Physiology**, v. 294, n. 2, p. 668–678, 2008.

CLARYS, J. P.; MARTIN, A. D.; DRINKWATER, D.T. Gross Tissue Weights in the Human Body By Cadaver Dissection. **Human Biology**. v. 56, n.3, p. 459-473. 1984.

CORRÊA, L. D. S.; LOPES NETO, D.; LLAPA RODRIGUEZ, E. O. Qualidade De Vida De Pessoas Com Lesão Medular Traumática. **Cogitare Enfermagem**, v. 20, n. 4, p. 695–700, 2015.

COUPAUD, S.; et al. Muscle and bone adaptations after treadmill training in incomplete Spinal Cord Injury: a case study using peripheral Quantitative Computed Tomography. **Journal Musculoskelet Neuronal Interact**. Kifissia, v. 4, n. 4, p. 288-297, 2009.

DÂNGELO, José Geraldo; FATTINI, Carlo Américo. Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar. Ed. Atheneu. 3ª ed. 2001.

DA SILVEIRA, M. R. et al. Correlação entre obesidade, adipocinas e sistema imunológico. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 4, p. 466–472, 2009.

DE ALMEIDA, A. E. M. et al. An equation for the prediction of oxygen consumption in a Brazilian population. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 103, n. 4, p. 299–307, 2014.

DE OLIVEIRA CUSTÓDIO, N. R. et al. Lesão medular no centro de reabilitação e readaptação Dr. Henrique Santillo (CRER-GO). **Coluna/ Columna**, v. 8, n. 3, p. 265–268, 2009.

DENADAI, B. S.; RUAS, V. D. DE A.; FIGUEIRA, T. R. Efeito da cadência de pedalada sobre as respostas metabólica e cardiovascular durante o exercício incremental e de carga constante em indivíduos ativos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 5, p. 286-290, 2005.

DOMINGUES, J. et al. Métodos de medidas e avaliação antropométrica em indivíduos com lesão medular: uma revisão sistemática Methods of measurements and anthropometric measurements in individuals with spinal cord injury: a systematic review. **Revista eletrônica Facit/Facic**, v. 6, n. 2, p. 1–12, 2015.

DURNIN, J. V. G. A.; WOMERSLEY, J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 Years. **British Journal of Nutrition**, v. 32, n. 01, p. 77–97, 1974.

EERDEN S.; DEKKER R.; HETTINGA F.J. Maximal and submaximal aerobic tests for wheelchair-dependent persons with spinal cord injury: a systematic review to summarize and identify useful applications for clinical rehabilitation. **Disability and Rehabilitation**. V. 40, n. 5, p. 497-521, 2018.

FIGONI, S. F. Exercise responses and quadriplegia. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 25, p. 433-41, 1993.

FLORES, L. J. F. et al. Avaliação da potência aeróbia de praticantes de Rugby em Cadeira de Rodas através de um teste de quadra. **Motriz. Revista de Educação Física**, v. 19, n. 2, p. 368–377, 2013.

FREITAS, D. M. DE O. Trauma raquimedular: epidemiologia e implicações decorrentes desta patologia. **Caderno Saúde e Desenvolvimento**, v. v.9, p. n.5, 2016.

FRONTERA, W. R.; DAWSON, D. M; SLOVIK, D. M. Exercício físico e reabilitação. Porto Alegre: Artmed. 2001

GALEA, M. P. Spinal cord injury and physical activity: preservation of the body. **Spinal Cord**. n. 50, p. 344-351, 2012.

GUEDES, D. P.; GUEDES J. E. R. P. Manual prático para avaliação física em educação física. Baueri. Manole. 2006.

GURNEY, J.M.; JELLIFFE D.B. Arm anthropometry in nutritional assessment: nomogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle and fat areas. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v.26, p.912-915, 1973.

GUYTON, A.; HALL, J. E. *Tratado de Fisiologia Médica*. 11ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

HADDAD, S. Ergometria de membros superiores. Um método importante na avaliação cardiocirculatória ao exercício. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 69, n. 3, p. 189-193, 1997.

HASKELL, W. L. et al. Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, n. 9, p. 1081–1093, 2007.

HERDY, A. H.; CAIXETA, A. Brazilian cardiorespiratory fitness classification based on maximum oxygen consumption. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 106, n. 5, p. 389–395, 2016.

HOUNKER, M. et al. Cardiovascular differences between sedentary and wheelchair trained subjects with paraplegia. *Medicine Science and Sports and Exercise*, Indianapolis, v. 30, p. 609-613, 1998.

ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry). **International Standards for Anthropometric Assessment**. Australia: ISAK, 2001

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.

JACOBS, P. L.; NASH, M. S. Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury. **Sports Medicine**, v. 34, n. 11, p. 727–751, 2004.

JAN, Y. K. et al. Comparison of changes in heart rate variability and sacral skin perfusion in response to postural changes in people with spinal cord injury. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, v. 50, n. 2, p. 203–214, 2013.

KAUFMANN H.; NORCLIFFE-KAUFMANN, L.; PALMA, J-A. Baroreflex Dysfunction. **The New England Journal of Medicine**, n. 382, p. 163-178, 2020.

KRASSIOUKOV, A. Autonomic function following cervical spinal cord injury. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 169, n. 2, p. 157-164, 2009.

KRASSIOUKOV, A. *et al.* International spinal cord injury cardiovascular function basic data set. **Spinal Cord**, v. 48, n. 8, p. 586-590, 2010.

LAKOMY, H. K.; CAMPBELL, I.; WILLIAMS, C. Treadmill performance and selected physiological characteristics of wheelchair athletes. **British journal of sports medicine**, v. 21, n. 3, p. 130–133, 1987.

LEONARD, A. V.; VINK, R. Reducing intrathecal pressure after traumatic spinal cord injury: A potential clinical target to promote tissue survival. **Neural Regeneration Research**, v. 10, n. 3, p. 380–382, 2015.

LOPES M.C.A. Comparação do consumo máximo de oxigênio de universitárias obtido pela ergoespirométrica na esteira e no cicloergômetro. **Rev Movimentum**. v2, n1, 2007.

MACEDO, F. S. *et al.* Novas perspectivas de fisioterapia respiratória em lesão medular - Uma revisão sistemática. **ACTA Paulista de Enfermagem**, v. 30, n. 5, p. 554–564, 2017.

MCARDLE, W. D; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. 695 p.

MANGUEIRA, L. B. *et al.* Influência Da Atividade Física Na Modulação Autonômica Cardíaca. **Revista E-Ciência**, v. 6, n. 1, 2018.

MATOS DE AZEVEDO, M. Universidade do Estado do Pará Centro de Ciências Biológicas e da Saúde Programa de Residência Multiprofissional em Saúde O USO DE TECNOLOGIA ASSISTIVA PARA INDEPENDÊNCIA DE INDIVDUOS COM LESÃO MEDULAR TETRAPLÉGICA: Uma perspectiva da Terapia Ocupacional. 2016.

MOHR, T. *et al.* Long term adaptation to electrically induced cycle training in severe spinal cord injured individuals. **Spinal Cord**, v. 35, n. 1, p. 1–16, 1997.

MONTEIRO, A. B. Artigo de Revisão ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CORPORAL : UMA REVISÃO DE MÉTODOS ANALYSIS OF THE BODY COMPOSITION : A REVISION OF METHODS. **Dados**, p. 80–92, 1984.

MONTEIRO, M. de F.; FILHO, D. C. S. Exercício físico e o controle da pressão arterial. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 6, p. 513-516, 2004.

MOURÃO, S. Abordagem Funcional na Reabilitação Pós Traumatismo da Medula Espinhal. p. 1–12, 2007.

NAHAS, M. V. Atividade física, saúde e qualidade de vida: conceitos e sugestões para um estilo de vida ativo. 4 ed. Londrina: Midiograf, 2006. 284 p.

NASCIMENTO, L.; SILVA, S. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício BENEFITS OF PHYSICAL ACTIVITY ON THE SYSTEM CARDIO RESPIRATORY AS ALSO IN THE. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, p. 42–50, 2007.

NOSAKA, K. et al. Influence of Pre-Exercise Muscle Eccentric Exercise. v. 39, n. 2, p. 132–137, 2004.

PASCHOARELLI, L. et al. Antropometria da mão humana: influência do gênero no design ergonômico de instrumentos manuais. **Currículo Lattes**, v. 5, p. 1–8, 2010.

POLLOCK M.L. e WILMORE J.H. Exercício na saúde e na doença. Rio de Janeiro: Medsi. 1993.

POWERS K.; HOWLEY, T.; *Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 3ª edição. São Paulo: Ed. Manole, p. 151-173, 2000.

RECH, C. R. et al. Body composition estimates using dual-energy X-ray Absorptiometry. **Revista Brasileira de Ciencia e Movimento**, v. 15, n. 4, p. 87–98, 2007.

RIZZO, J.; FERNANDES, J.; PERES, E. *De Hipócrates a Shledon: um histórico da trajetória da forma corporal humana e de seu significado*. UCB. Rio de Janeiro, 1999.

ROMANI, J. C.; MIARA, N. .; CARRADORE, M. J. Avaliação Clínica da Função dos Músculos Respiratórios em Adultos : Revisão da Literatura. **Cadernos da escola de Saúde**, v. 11, p. 1–19, 2011.

SAMPAIO, L. R. et al. Bioimpedância Elétrica. **Avaliação nutricional**, p. 113–132, 2012.

SANT'ANNA, M. DE S. L.; PRIORE, S. E.; FRANCESCHINI, S. DO C. C. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 27, n. 3, p. 315–321, 2009.

SANTOS, N. S.; TOMAZ, E. J. DA C.; SOARES, C. N. Eletroestimulação na fraqueza do músculo diafragma decorrente de trauma raquimedular. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 2, n. 5, p. 4088–4101, 2019.

SANTOS, S. S. DOS; GUIMARÃES, F. J. DE S. P. Avaliação antropométrica e de composição corporal de atletas paraolímpicos brasileiros. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 3, p. 84–91, 2002.

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

SCHMID, A. et al. Physical performance and cardiovascular and metabolic adaptation of elite female wheelchair basketball players in wheelchair ergometry and in competition. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 77, n. 6, p. 527–533, 1998. SILVA, R. C. DA et al. Estudo controlado da influência da atividade física em fatores de risco para doenças crônicas em indivíduos lesados medulares paraplégicos do sexo masculino. **Rev. bras. educ. fís. esp**, p. 169–177, 2004.

SILVA, A. C.; TORRES, F. C. Ergoespirometria em atletas paraolímpicos brasileiros. **Rev Bras Med Esporte**. v. 8, n. 3, p. 107-116, 2002.

SILVA, R. C. DA et al. Estudo controlado da influência da atividade física em fatores de risco para doenças crônicas em indivíduos lesados medulares paraplégicos do sexo masculino. **Rev. bras. educ. fís. esp**, p. 169–177, 2004.

SOUZA, F. DE et al. Respostas cardiorrespiratórias de indivíduos sedentários obesos e não obesos em esteira ergométrica. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 8, n. 44, p. 164-171, 2014.

SOUZA, P.A. O Esporte na paraplegia e tetraplegia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994.

TASK FORCE of the European Society of Cardiology and the North America Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability – Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. **European Heart Journal**, v. 17, n. 3, p. 354–381, 1996.

TEJERO, J. P. *et al.* Field test validation for wheelchair basketball players' aerobic capacity assessment. **European Journal of Human Movement**, v. 40, p. 136-148, 2018.

VARGAS, L. M. et al. Métodos de avaliação da composição corporal de adultos com lesão medular: uma revisão. **Revista Stricto Sensu**, v. 2, n. 2, p. 39–56, 2017.

VASCO, C. C.; FRANCO, M. H. P. Indivíduos Paraplégicos e o Significado Construído para a Lesão Medular em suas Vidas. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 37, n. 1, p. 119–131, 2017.

VINET, A. et al. Prediction of VO₂peak in wheelchair-dependent athletes from the adapted Léger and Boucher test. **Spinal Cord**, v. 40, n. 10, p. 507–512, 2002.

WOELFEL, J. R. et al. Low-Force Muscle Activity Regulates Energy Expenditure after Spinal Cord Injury. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 49, n. 5, p. 870– 878, 2017.

WOELLNER, S. S. et al. Treinamento aeróbico em cicloergômetro adaptado para pacientes lesados medulares Aerobic training on adapted cycle ergometer for paraplegic patients by spinal cord injury. v. 11, p. 30–35, 2012.

YAZBEK, P. et al. Ergoespirometria. Teste de Esforço Cardiopulmonar, Metodologia e Interpretação. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 71, n. 5, p. 719–724, 1998.

YEKUTIEL, M. *et al.* The prevalence of hypertension, ischemic heart disease and diabetes in traumatic spinal cord injured patients and amputees. **Paraplegia**, v. 27, p. 58-62, 1989.

Apêndice 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



CENTRO UNIVERSITÁRIO
AUGUSTO MOTTA/ UNISUAM



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PREDIÇÃO DO CONSUMO DE OXIGÊNIO DE PICO A PARTIR DE VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, DE ESFORÇO E ALTURA DA LESÃO MEDULAR

Pesquisador: KATIA PRENDA DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 37041520.4.0000.5235

Instituição Proponente: SOCIEDADE UNIFICADA DE ENSINO AUGUSTO MOTTA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.266.825

Apresentação do Projeto:

A lesão medular (LM) causa repercussões que acabam impactando a qualidade de vida dos indivíduos acometidos, pois desencadeia uma complexa disfunção clínica e funcional causada pelo dano ao tecido nervoso medular, que gera uma série de alterações fisiológicas que trazem prejuízos e que repercutem na função neuromotora. Reconhecidamente, indivíduos com LM apresentam dentre outras, alterações relacionadas ao sistema cardiorrespiratório, essas alterações se não avaliadas, acompanhadas e tratadas adequadamente, podem levar a complicações que podem ocasionar um pior estado geral de saúde desses indivíduos. Por esse motivo, este estudo visa investigar aspectos funcionais relacionados ao sistema cardiorrespiratório durante um teste de esforço progressivo máximo e avaliar

as variáveis antropométricas, visando então que esses indivíduos com LM poderão ser melhor acompanhados e orientados quanto às possíveis intervenções como o exercício físico.

Endereço: Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 9943)

Bairro: Bonsucesso

CEP: 21.041-010

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3882-9797

E-mail: comitedeetica@souunisuam.com.br

Continuação do Parecer: 4.266.825

O objetivo geral da pesquisa

O objetivo geral da pesquisa é comparar a aptidão cardiorrespiratória durante o teste cardiopulmonar de esforço máximo e também as variáveis antropométricas investigando a composição corporal através do método antropométrico de indivíduos com LM alta (cervical) e LM baixa (toracolombar). A fim de elaborar uma equação de predição para o oxigênio de pico por meio dessas duas variáveis; antropométricas e de esforço em indivíduos com lesão medular.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Com relação aos Riscos, pesquisas indicam que a realização do teste cardiopulmonar de esforço que é de característica progressiva e máxima oferece riscos semelhantes àqueles relacionados à prática de qualquer exercício físico, uma vez que impõe uma sobrecarga no sistema cardiovascular maior do que em condições de repouso. Esses riscos foram considerados muito baixos pelos pesquisadores (o risco de complicações graves; como infarto, arritmias e parada cardíaca é menor do que 1 para cada 20.000 testes realizados). Para garantir uma pesquisa com menos risco possível, propôs-se a presença de um suporte médico, material de emergência e equipamentos adequados no caso de alguma intercorrência. Além deste último, por ser em teste de esforço máximo, pode haver um desconforto físico característico a esta prática, que diminuirá nas horas seguintes à realização do teste.

Com relação aos Benefícios, os pesquisadores apontam que está relacionado o conhecimento de parâmetros relativos à saúde cardiorrespiratória e preditores de mortalidade cardiovascular. Através da avaliação respiratória, cardíaca, muscular e antropométrica (medidas corporais) será obtido informações e também parâmetros sobre o estado geral de saúde dos avaliados. A participação no estudo trará como benefício o conhecimento de como está o funcionamento desses sistemas durante o esforço físico. Assim, caso sejam identificadas alterações em qualquer um desses parâmetros, os participantes poderão ser orientados a buscar auxílio médico, e também quanto à adoção de hábitos saudáveis como a prática de exercícios físicos. Para os atletas participantes, as informações obtidas durante as avaliações são relevantes para o auxílio na sua preparação física e a de suas equipes de modo a se obter um melhor condicionamento cardiorrespiratório para os mesmos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

SOBRE O PROJETO

1. A folha de rosto está devidamente preenchida

Endereço: Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 9943)

Bairro: Bonsucesso

CEP: 21.041-010

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3882-9797

E-mail: comitedeetica@souunisuam.com.br

Continuação do Parecer: 4.266.825

2. Existe identificação do pesquisador responsável
3. O título do projeto é claro e objetivo
4. Há embasamento científico que justifique a pesquisa
5. O objetivo geral está bem definido
6. No material e métodos existe explicação clara dos exames e testes que serão realizados, bem como a devida justificativa
7. Existe cálculo do tamanho da amostra e justificativa do tamanho definido
8. Há critérios de inclusão e exclusão bem definidos
9. A forma de recrutamento dos sujeitos está clara
10. Há análise crítica de risco/benefícios
11. Há explicitação de responsabilidade do pesquisador e da Instituição, a Carta de anuência apresentada é a própria folha de rosto e, esta está devidamente preenchida
12. Existem critérios para suspensão da pesquisa
13. Há orçamento financeiro com detalhamento superficial
14. O local de realização das etapas está bem definido
15. Há compromisso de tornar público os resultados
16. Os esclarecimentos acerca de valor de ressarcimento são claros
17. Há garantia de acesso aos dados do pesquisador/instituição e forma de garantir a privacidade
18. O cronograma de execução é adequado

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

SOBRE O TCLE:

1. O título do projeto está abaixo do título da folha
2. A linguagem é acessível

Endereço: Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 9943)

Bairro: Bonsucesso **CEP:** 21.041-010

UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3882-9797

E-mail: comitedeetica@souunisuum.com.br

Continuação do Parecer: 4.266.825

3. Possui uma breve introdução incluindo a justificativa do projeto com objetivos bem definidos
4. Expõe e explica os procedimentos que serão realizados
5. Cita os possíveis desconfortos e riscos previstos em relação aos procedimentos
6. Cita os benefícios esperados
7. Tem garantia de esclarecimento a qualquer momento
8. Explica a forma de recusa em participar do projeto, sem prejuízo para o tratamento
9. Traz garantia de sigilo, privacidade, anonimato e acesso aos resultados
10. Traz compromisso de divulgação dos resultados em meio científico
11. Faz referência a forma de ressarcimento de despesas
12. Existe explicação de que os resultados dos exames e/ou dados da pesquisa serão de responsabilidade dos pesquisadores
13. Informa o nome dos responsáveis e o telefone e endereço (pessoal ou profissional) para contato em caso de necessidade
14. Não informa o contato do comitê de ética (endereço e email ou telefone).
15. Traz espaço para o nome do paciente e do responsável, além do espaço para as assinaturas

No TCLE, informar o contato do comitê de ética (endereço e email ou telefone)

Recomendações:

O projeto está aprovado

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

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 (<https://www.unisuam.edu.br/pesquisa-extensao-e-inovacao/>). Além disso, em caso de evento adverso, cabe ao pesquisador relatar, também através da Plataforma Brasil.

Endereço: Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 9943)

Bairro: Bonsucesso

CEP: 21.041-010

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)3882-9797

E-mail: comitedeetica@souunuam.com.br

Continuação do Parecer: 4.266.825

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 (<https://www.unisuam.edu.br/pesquisa-extensao-e-inovacao/>). 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				
Projeto Detalhado / Brochura Investigador			Katia Prenda de Souza	
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf		Katia Prenda de Souza	
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf		Katia Prenda de Souza	

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, ____ de _____ de 2021

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

Endereço: Av. Paris, 72 TEL: (21)3882-9797 (Ramal: 9943)**Bairro:** Bonsucesso**CEP:** 21.041-010**UF:** RJ**Município:** RIO DE JANEIRO**Telefone:** (21)3882-9797**E-mail:** comitedeetica@souunuam.com.br

Apêndice 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PROJETO: Predição do consumo de oxigênio de pico a partir de variáveis do teste de esforço em indivíduos com lesão medular

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

Breve justificativa: A prática de exercício físico entre pessoas com deficiência física é de suma importância para amenizar as consequências negativas relacionadas à saúde desses indivíduos, pois esses grupos tem uma alta prevalência ao sedentarismo, que acaba aumentando significativamente o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas. Os exercícios são recomendados com a intenção de melhorar o nível de saúde dessa população, assim as melhoras advindas da prática de exercícios físicos podem trazer benefícios não só para o domínio físico, mas também abranger o emocional, a autoestima, a autoimagem, e assim proporcionar uma melhor inserção social. A partir disso a presente pesquisa tem como principal objetivo: Predizer o consumo de oxigênio de pico a partir de variáveis do teste de esforço em indivíduos com lesão medular. Utilizando-se das informações coletadas dos avaliados em um teste chamado: (TCPE) teste cardiopulmonar de esforço.

Procedimentos: A coleta das informações necessárias para essa pesquisa ocorrerá nos Laboratórios do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da UNISUAM e será sempre realizada por um dos pesquisadores envolvidos nessa pesquisa. Inicialmente, você preencherá alguns questionários que conterà perguntas gerais (por exemplo, sua idade, se você fuma, entre outras), perguntas sobre a sua deficiência (qual o tipo e tempo de lesão, se você sente dor) e perguntas sobre a sua rotina de exercícios (se você pratica algum esporte, quando você começou, quantas vezes você pratica por semana). Posteriormente serão feitas as medidas de sua composição corporal; como seu peso, onde será utilizada uma balança eletrônica adaptada para cadeirantes e também será medida a sua estatura, que será realizada através do comprimento do corpo, onde você estará deitado em uma maca, e será medida a distância entre o topo da sua cabeça até a

planta dos pés. Também serão feitas medidas de circunferência de cintura e perímetro de tórax utilizando uma fita métrica onde os avaliados estarão sentados em sua própria cadeira. Todas as medidas serão feitas de forma não-invasiva.

Através do teste cardiopulmonar de esforço será possível avaliar o funcionamento do seu coração, pulmões e também de seus, antes de iniciar o exame o avaliador irá passar as informações sobre o aparelho que será utilizado e sobre como o teste será realizado, ele também irá auxiliar durante todas as etapas do teste. O exame é feito da seguinte maneira; Você ficará sentado em uma cadeira, e será submetido a uma (tricotomia) que é o uso do aparelho de barbear para tirar pelos dos locais onde serão colocados os eletrodos para a captação dos batimentos cardíacos, esse local também será limpo com esponja e álcool. Esses batimentos serão captados por esses eletrodos que serão colados no peito por um material semelhante a uma fita adesiva e serão lidos através de um monitor cardíaco. Você será orientado a se sentar em frente ao cicloergômetro que é uma (bicicleta para os braços) onde serão ligados os fios do monitor cardíaco nos eletrodos que foram colados em você. E quando você estiver pronto e o avaliador der o sinal de início, irá realizar um exercício que consiste em movimentar os braços nesse cicloergômetro de membros superiores, enquanto o avaliador vai aumentando progressivamente e gradualmente a carga durante o exercício e onde você precisará também aumentar seu esforço. A duração do teste tem média prevista entre 8 e 12 minutos. Durante o teste, é normal sentir a boca ressecada e também cansaço nas pernas ou nos braços. Podem ocorrer alterações dos batimentos cardíacos (palpitações), aumento da pressão arterial e dores no peito. Nesses casos, o avaliador suspenderá imediatamente a realização do teste e prestará os cuidados emergenciais necessários. O teste também poderá ser interrompido a qualquer momento caso você sinta necessidade. Esse teste será realizado com supervisão de um médico cardiologista.

Potenciais riscos e benefícios: Esclarecemos que as avaliações realizadas decorrente de sua participação nessa pesquisa, sejam elas quaisquer medidas realizadas durante esse estudo, apresentam baixo risco à saúde, sendo esses riscos físicos, psíquicos ou moral. E que esses possíveis riscos são inerentes a qualquer prática de atividade física, uma vez que essas são avaliações comuns e normalmente realizadas no acompanhamento de rotina diária de pacientes. A sua participação no

estudo trará como benefício o conhecimento de como está o funcionamento dos seus músculos, do seu coração e pulmões durante o esforço físico. Outros benefícios de sua participação são; uma vez que você seja avaliado nas questões respiratórias, cardíacas, musculares e antropométricas (medidas corporais), será obtido informações e também parâmetros sobre seu estado geral de saúde e caso seja encontrado alguma anormalidade, poderá ser encaminhado para o profissional adequado.

Garantia de sigilo, privacidade, anonimato e acesso: Durante esse estudo 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. Garantimos que será resguardado o anonimato de todos os participantes e 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, os resultados obtidos durante esse estudo, serão apresentadas em eventos científicos e divulgadas no 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. Também ressaltamos que em caso de dano pessoal diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, terá direito a tratamento médico, bem como a 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.

Crêterios 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   saúde dos sujeitos participantes, conseqüente   pesquisa, que não tenha sido previsto neste termo. Quando atingir a coleta de dados necessária a pesquisa será encerrada.

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

Propriedade das informa es geradas: Não há cláusula restritiva para a divulga o dos resultados da pesquisa, e que os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para comprova o do experimento. Os resultados serão submetidos   publica o, 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   assistência que recebe.

Contato do pesquisador responsável e do comitê de  tica: Em qualquer etapa do estudo você poderá ter acesso ao profissional responsável, Katia Prenda de Souza, que pode ser encontrada no telefone (21)98660-5668. Se tiver alguma considera o ou d vida sobre a  tica da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de  tica em Pesquisa.

Se este termo for suficientemente claro para lhe passar todas as informa es 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 20__.

Assinatura do Participante: _____

ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO PARA A CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA E DEFICIÊNCIA

Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM

Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação

PROJETO: Predição do consumo de oxigênio de pico a partir de variáveis do teste de esforço em indivíduos com lesão medular

QUESTIONÁRIO PARA A CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA E DEFICIÊNCIA

MODALIDADE ESPORTIVA: _____ EQUIPE: _____

Data: ____/____/____

Preenchido por: _____

Nome: _____

Data de Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

Massa corporal: _____ kg Estatura: _____ m

PA repouso: ____/____ mmHg. FC repouso: _____ bpm.

Tabagista:

() Não

() Ex

() Sim _____ anos _____ cigarros/ dia

1- Possui alguma doença congênita?

() Não

() Sim

Qual? _____

2- Quanto à deficiência física?

() Não

() Sim

Tipo: _____

Ano: _____

Causa: _____

3- Grau de Escolaridade:

- Analfabeto
- Fundamental incompleto
- Fundamental completo
- Médio incompleto
- Médio completo
- Superior incompleto
- Superior completo

4- Estuda?

- Não
- Sim

Curso: _____

5- Trabalha?

- Não
- Sim

Ocupação: _____

6- Apresenta escaras?

- Não
- Sim

Local: _____

7- Doenças associadas?

- Diabetes Mellitus
- HAS
- Dislipidemias
- Problemas ósseos
- Dor fantasma

Outros: _____

8- Uso de medicamentos:

- Não
- Sim

Quais? _____

9- Apresenta algum distúrbio gastrointestinal?

() Não

() Sim

Qual: _____

10- Faz uso de algum suplemento?

() Não

() Sim

Tipo de Suplemento: _____

Finalidade: _____

Indicação: _____

Dosagem: _____

11- Quais as refeições que você realiza diariamente?

() Desjejum

() Colação

() Almoço

() Lanche

() Jantar

() Ceia

12- Ingestão Alcoólica?

() Não

() Sim

13- Atualmente você está?

() Ganhando peso

() Perdendo peso

() Estável

14- Horas de sono? _____ horas/dia

15- Horas na cadeira de rodas? _____ horas/dia ou _____ horas/semana.

ANEXO 2 – QUESTIONÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO TREINAMENTO DESPORTIVO

Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM

Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação

PROJETO: Predição do consumo de oxigênio de pico a partir de variáveis do teste de esforço em indivíduos com lesão medular

QUESTIONÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO TREINAMENTO DESPORTIVO

MODALIDADE ESPORTIVA: _____ EQUIPE: _____

CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL: _____

01- Praticava algum esporte antes da deficiência?

() Não

() Sim

Qual? _____

Durante quanto tempo? _____

02- Qual modalidade esportiva você pratica atualmente?

Pratica há quanto tempo? _____

Posição em que joga? _____

Frequência de treino? _____/semana

Turno: () manhã: ___min () tarde: ___min () noite: ___min

Ganhou alguma competição?

() Não

() Sim

Qual? _____

Melhor resultado ao longo da carreira? _____

03- Você disputa competições a nível:

() Regional

() Nacional

() Internacional

04- Está se recuperando de alguma lesão?

() Não

() Sim

Qual? _____

ANEXO 3 – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – IPAQ

Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM

Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação

PROJETO: Predição do consumo de oxigênio de pico a partir de variáveis do teste de esforço em indivíduos com lesão medular

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – 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. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender quão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. 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 **CAMINHOU** 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 caminhou 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 na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, 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, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, 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 sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

_____ horas ____ minutos

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

_____ horas ____ minutos

ANEXO 4 – CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

Centro Universitário Augusto Motta - UNISUAM

Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação

PROJETO: Predição do consumo de oxigênio de pico a partir de variáveis do teste de esforço em indivíduos com lesão medular

CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA 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

F = Frequência – D = Duração

**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