



Artigo Original

Original Article



Associação de variáveis antropométricas e cardiorrespiratórias com consumo de oxigênio de pico segundo características da lesão medular: um estudo seccional preliminar

Association of Anthropometric and Cardiorespiratory Variables with Peak Oxygen Consumption According to Spinal Cord Injury Characteristics: A Preliminary Cross-Sectional Study

Kátia Prenda de Souza¹ MSc; Míriam Raquel Meira Mainenti² PhD; Patrícia dos Santos Vigário^{§1} PhD

Recebido em: 30 de abril de 2024. Aceito em: 25 de junho de 2024.

Publicado online em: 09 de julho de 2024.

DOI: 10.37310/ref.v93i1.2980

Resumo

Introdução: A estimativa do consumo de oxigênio de pico (VO_{2pico}) deve incluir variáveis que representem as características da população avaliada.

Objetivo: Examinar a associação de variáveis antropométricas, de esforço cardiorrespiratório e de características específicas da lesão medular (LM) com o VO_{2pico} em homens.

Métodos: Estudo observacional seccional com nove homens com LM alta incompleta: tetraplegia (grupo TETRA) e 08 com LM baixa completa: paraplegia (grupo PARA). A aptidão cardiorrespiratória foi avaliada pelo teste cardiopulmonar de esforço em cicloergômetro para membros superiores, sendo considerados no pico do esforço: VO_{2pico} (L/min), carga (w) e frequência cardíaca (bpm). Para a composição corporal foram considerados: somatório de 4 dobras cutâneas (mm), massa corporal total (kg) e perímetro 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" ($\alpha=5\%$) foi feito para a determinação do VO_{2pico} (IBM SPSS 27.0).

Resultados: As variáveis antropométricas consideradas não se correlacionaram com o VO_{2pico} . A análise multivariada resultou no modelo $F(2,14) = 25,25; p < 0,001; R^2 = 0,783$, com a equação: $VO_{2pico} = 0,134 + 0,256 * \text{grupo (TETRA=0; PARA=1)} + 0,014 * \text{carga (w)}$, sendo a carga a variável mais importante para a determinação do VO_{2pico} .

Conclusão: Neste estudo preliminar, a carga e a altura/nível da LM foram as variáveis que melhor determinaram o VO_{2pico} , enquanto as variáveis antropométricas não se correlacionaram com o VO_{2pico} .

Palavras-chave: deficiência física, aptidão cardiorrespiratória, composição corporal, reabilitação.

Pontos Chave

- As variáveis antropométricas não se mostraram correlacionadas ao VO_{2pico} e portanto, não foram incluídas no modelo multivariado.
- A carga no pico do esforço e o nível/altura da lesão foram as variáveis que estiveram associadas ao VO_{2pico} .
- A carga foi a variável mais importante para a determinação do VO_{2pico} .

[§]Autor correspondente: Patrícia dos Santos Vigário – ORCID: 0000-0001-6097-1456; e-mail: patriciavigario@yahoo.com.br

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

²Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx).

Abstract

Introduction: The estimation of peak oxygen uptake (VO_{2peak}) should include variables that represent the characteristics of the population evaluated.

Objective: To examine the association of anthropometric variables, cardiorespiratory exertion, and specific characteristics of spinal cord injury (SCI) with VO_{2peak} in men.

Methods: Observational cross-sectional study with nine men with incomplete upper SCI: tetraplegia (TETRA group) and 08 with complete low SCI: paraplegia (PARA group). Cardiorespiratory fitness was assessed by the cardiopulmonary exercise test on a cycle ergometer for the upper limbs, and the following were considered at peak exertion: VO_{2peak} (L/min), load (w) and heart rate (bpm). For body composition, the following were considered: sum of 4 skinfolds (mm), total body mass (kg) and arm muscle circumference (cm). The SCI level/height (group) was considered as a variable related to SCI. A multivariate linear regression model with the "Backward" method ($\alpha=5\%$) was used to determine VO_{2peak} (IBM SPSS 27.0).

Results: The anthropometric variables considered did not correlate with VO_{2peak} . Multivariate analysis resulted in model $F(2,14) = 25,25; p < 0.001; R^2 = 0.783$, with the equation: $VO_{2peak} = 0.134 + 0.256 * \text{group}$ (TETRA=0; PARA=1) + $0.014 * \text{load (w)}$, with load being the most important variable for determining VO_{2peak} .

Conclusion: In this preliminary study, load and height/level of LM were the variables that best determined VO_{2peak} , while anthropometric variables did not correlate with VO_{2peak} .

Keywords: physical disability, cardiorespiratory fitness, body composition, rehabilitation.

Key Points

- Anthropometric variables were not correlated with VO_{2peak} and were therefore not included in the multivariate model.
- Peak load and injury level/height were the variables that were associated with VO_{2peak} .
- Load was the most important variable for determining VO_{2peak} .

Associação de variáveis antropométricas e cardiorrespiratórias com consumo de oxigênio de pico segundo características da lesão medular: um estudo seccional preliminar

Introdução

A lesão medular (LM) causa repercussões na saúde física e emocional (1-3), em aspectos socioeconômicos e na qualidade de vida dos indivíduos (4,5). As complicações cardiovasculares relacionadas ao comprometimento no controle autonômico cardíaco são a principal causa de morte em pessoas com LM(5). Isso ocorre, pois, as fibras simpáticas que inervam o coração possuem origem na medula espinhal e, dessa forma, na presença de uma lesão as trocas de informações entre a periferia e o sistema nervoso autônomo ficam comprometidas. Draghici & Taylor(6) destacaram que as alterações no controle autonômico cardíaco podem acontecer independentemente do nível/altura da lesão e da sua completude(6). Como consequência,

pessoas com LM apresentam, por exemplo, menor frequência cardíaca em esforço, menor pressão arterial e menor consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$)(7,8).

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(9). O nível de atividade física, a composição corporal, a idade e o sexo estão entre os fatores que influenciam diretamente o $VO_{2máx}$ (10,11), sendo que baixos valores de $VO_{2máx}$ estão descritos na literatura como preditores de morbimortalidade cardiovascular(12). Em populações com doenças específicas e/ou condições limitantes, como na LM, o alcance do $VO_{2máx}$ esforço nem sempre é possível devido às limitações físicas, biomecânicas e/ou fisiológicas do avaliado. Por isso, o consumo de oxigênio de pico (VO_{2pico}) é frequentemente

utilizado, sendo este definido como o maior valor de consumo de O₂ durante um esforço progressivo(13).

O teste cardiopulmonar de esforço (TCPE) até a exaustão voluntária máxima é o método padrão-ouro utilizado para a obtenção do VO_{2máx} e do VO_{2pico}(14). A sua aplicabilidade inclui, entre outros, a avaliação global da capacidade cardiorrespiratória em esforço, o fornecimento de informações para a prescrição de exercícios físicos e a orientação em programas de reabilitação(15).

Pelo fato do TCPE exigir profissionais qualificados, ambiente controlado e equipamentos sofisticados para a sua realização(13), o acesso a toda a população é restrito. Tendo estas e outras considerações em vista, o VO_{2máx} é frequentemente estimado por meio de equações que buscam, pelo meio indireto, atender as características da população que está sob investigação, de modo que o valor estimado se assemelhe ao valor real.

Considerando que o VO_{2máx} assim como o VO_{2pico}, em geral, é menor nas pessoas com LM quando comparadas às pessoas sem LM, conhecê-lo é relevante para possível estratificação de risco cardiovascular, assim como a avaliação dos efeitos do treinamento físico sobre o sistema cardiorrespiratório. Sabendo-se que o nível/altura da LM interfere diretamente na funcionalidade e na composição corporal dos indivíduos(16), e estas por sua vez estão relacionadas ao VO_{2pico}(17), o objetivo do presente estudo foi examinar a associação de variáveis antropométricas, de esforço cardiorrespiratório e de características específicas da lesão medular (LM) com o VO_{2pico} em homens.

Métodos

Desenho de estudo e amostra

Um estudo observacional do tipo seccional foi conduzido com homens com LM, sendo 09 com LM alta incompleta: tetraplegia (quarta à sétima vértebra cervical; grupo TETRA) e 08 com LM baixa completa: paraplegia (primeira vértebra torácica à segunda vértebra

lombbar; grupo PARA). Todos os participantes tinham idade maior ou igual a 18 anos, eram fisicamente ativos com o tempo mínimo de seis meses de prática esportiva recreacional (rugby em cadeira de rodas no grupo TETRA e basquete em cadeira de rodas no grupo PARA) e foram selecionados por conveniência em duas associações de esportes para pessoas com deficiência no Rio de Janeiro, Brasil. Como critérios de exclusão foram considerados: tabagistas, usuários de substâncias influenciem a resposta da frequência cardíaca em repouso ou durante o esforço, tal como betabloqueadores, simpatomiméticos e simpatolíticos, e aqueles que apresentavam dor ou limitação musculoesquelética incapacitante para a realização do teste cardiopulmonar de esforço (TCPE).

Aspectos éticos

O estudo foi conduzido de acordo com a Resolução N°466/ 2012 do Conselho Nacional de Saúde, e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa institucional (CAAE: 37041520.4.0000.5235). Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes da participação no estudo.

Variáveis de estudo

A variável desfecho foi o VO_{2pico} e as variáveis de exposição foram as medidas antropométricas e os componentes do teste cardiopulmonar.

Procedimentos de coleta de dados

Teste Cardiopulmonar de Esforço - TCPE

Para a avaliação da aptidão cardiorrespiratória (VO_{2max}, F e VO_{2pico} 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 laboratório com temperatura e umidade segundo as recomendações propostas(18). Os participantes foram orientados quanto aos procedimentos pré-teste, incluindo o uso de vestimentas confortáveis, a realização da última refeição – leve – pelo menos 2-3h antes do teste, e a

não realização exercícios físicos extenuantes e o não consumo de bebida alcoólica nas 24h prévias ao dia do teste(13).

A carga inicial do cicloergômetro foi ajustada em 20w, a cada minuto de esforço houve um incremento de 2w ou 5w (de acordo com a funcionalidade dos membros superiores dos participantes) e a ciclagem foi mantida entre 50-60rpm(19). 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*(20).

Ao longo de todo o teste, os participantes permaneceram conectados a um analisador metabólico de gases ventilatórios (VO_{2000} ; 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: (i) consumo absoluto de oxigênio no pico do esforço (VO_{2pico} ; L/min), caracterizado como o maior valor na curva de VO_2 no último minuto do teste – considerado na análise como variável dependente, e (ii) carga (potência; w) e frequência cardíaca (FC_{pico} ; bpm) no pico do esforço – consideradas como variáveis independentes.

Variáveis antropométricas

Foram realizadas as seguintes medidas antropométricas: 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), perímetro de

braço relaxado (fita métrica flexível; CESCORF; Rio Grande do Sul; Brasil; 0,1cm) e dobras cutâneas de tríceps, bíceps, subescapular e suprailíaca (plicômetro científico CESCORF; Rio Grande do Sul; Brasil; 0,1mm)(21). Foram calculados a perímetro muscular do braço (PMB; cm) pela fórmula: $PB - [\pi \times DC(TRI)]$, onde PB = perímetro de braço relaxado, DC(TRI) = dobra cutânea de tríceps(22) e o somatório das quatro dobras cutâneas (mm). Todas as variáveis antropométricas medidas e calculadas foram consideradas na análise como independentes.

Análise estatística

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(23): $\leq 0,01$ = 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 determinação do VO_{2pico} foi feito um modelo de regressão linear multivariado, com o método *Backward*. Foram testadas no modelo as variáveis independentes que na análise bivariada com o VO_{2pico} apresentaram correlação classificada como moderada ou superior (coeficiente de correlação de Pearson $\geq 0,5$)(24). 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 quatro dobras cutâneas e perímetro muscular de braço, com menores valores médios para o grupo TETR, com 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_{2pico} ($p=0,004$) e carga ($p=0,042$), com TDE classificados como muito grande ou imenso.

Após a análise de correlação bivariada entre as variáveis independentes 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 independentes e erro: $F(2,14) = 25,25$; $p < 0,001$; $R^2=0,783$. A tolerância mostrou que o modelo atendeu ao pressuposto da colinearidade (valor de tolerância= 0,753). A equação resultante foi: $VO_{2pico} = 0,134 + 0,256 * \text{grupo (TETRA=0; PARA =1)} + 0,014 * \text{carga (w)}$ (Tabela 3). 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 determinação do VO_{2pico}.

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

	TETRA (n=09)	PARA (n=08)	P	TDE
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
Perímetro muscular de braço (cm)	28,2 ± 4,6 21,8 – 34,2	33,9 ± 4,0 28,7 – 39,7	0,019	-1,249

P: *p*-valor resultado do teste *t*-Student; **TDE**: tamanho do efeito estimado pelo *g* de Hedges; Nível de significância estatística = 5%.

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

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

FC_{pico}: frequência cardíaca de pico; VO_{2pico}: consumo absoluto de oxigênio de pico; *P*: *p*-valor resultado do teste *t*-Student; **TDE**: tamanho do efeito estimado pelo *g* de Hedges; Nível de significância estatística = 5%.

Tabela 3 – Regressão linear multivariada modelo *backward* para determinação 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		<i>t</i>	<i>P</i>
	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

β : coeficiente beta resultante da regressão linear multivariada; *t*: teste *t* ($H_1: \beta \neq 0$); *P*: *p*-valor resultante do teste *t* de Student.

Discussão

Os principais achados foram: (i) As variáveis antropométricas não se mostraram correlacionadas ao 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 determinação do VO_{2pico} .

Recentemente, Lee *et al.*(25) realizaram um estudo para a predição do VO_{2max} em homens paraplégicos (n=26) a partir de variáveis antropométricas(25). Dentre as variáveis consideradas no estudo – estatura, massa corporal, percentual de gordura, Índice de Massa Corporal e massa muscular de braço – somente a massa corporal (junto à idade) foi preditora do VO_{2max} . Ressalta-se, no entanto, que a amostra foi homogênea quanto ao nível/ altura da LM, isto é, foi composta somente por pessoas com LM baixa – entre a segunda vértebra torácica e a quinta vértebra lombar –, diferentemente do presente estudo cujos participantes apresentavam LM baixa e alta.

No presente estudo, os grupos PARA e TETRA foram estatisticamente diferentes quanto às variáveis antropométricas consideradas, demonstrando haver uma associação entre a altura/ nível da LM e repercussões na composição corporal(26). Indiscutivelmente, o impacto da altura/ nível da LM não se restringe à composição corporal, abrangendo outros sistemas e

órgãos, além da funcionalidade global da pessoa com LM(27). Dessa forma, pode-se supor que a altura/ nível da LM quando se mostra relacionada com a determinação do VO_{2pico} englobe, de certa forma, as variáveis antropométricas além de outras que eventualmente podem determinar o VO_{2pico} .

Em indivíduos sem LM, uma das fórmulas mais usadas para a estimativa do VO_{2max} e prescrição do treinamento físico tem como variáveis preditoras a velocidade e inclinação ao final de um teste máximo em esteira [$VO_{2max} = (0,2 \times \text{velocidade}) + (0,9 \times \text{velocidade} \times \text{inclinação}) + 3,5$](20). Em protocolos utilizando cicloergômetros para membros inferiores, a carga também é descrita como variável preditora do VO_{2max} juntamente com a massa corporal total em diversas equações, incluindo as propostas por Astrand & Rodahl(28), pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte(29) e por Balke & Ware(30). De fato, existe uma associação entre a intensidade (carga) e o consumo de oxigênio durante o exercício físico aeróbio, isto é, quanto maior o esforço, maiores são as demandas metabólicas e a necessidade de ressíntese de ATP.

O nível/altura da LM associa-se positivamente com as limitações causadas nos diversos órgãos e sistemas, ou seja, quanto mais altos os segmentos acometidos, maiores as repercussões. Herrmann *et al.*(31) 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, Jason *et al.*(32) observaram menor capacidade cardiorrespiratória em esforço em indivíduos com tetraplegia (n=22) quando comparados aos indivíduos com tetraplegia (n=16). Resultados semelhantes também foram descritos por Hooker *et al.*(33) e Leicht *et al.*(34) 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 & Herbert(35) 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_{2pico} 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.

Pontos fortes e limitações do estudo

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 preliminar traz *insights* para que novos estudos que sejam realizados considerando as limitações aqui apresentadas, além de apresentar aplicabilidade prática na abordagem da capacidade cardiorrespiratória de indivíduos com LM.

Conclusão

O objetivo do estudo foi investigar a relação entre variáveis antropométricas, de esforço cardiorrespiratório e características relacionadas à LM na determinação do VO_{2pico} em homens com LM. A carga no pico do esforço e a altura/nível da LM foram as variáveis que se apresentaram como preditivas do VO_{2pico} em homens, enquanto as variáveis antropométricas não se mostraram correlacionadas ao VO_{2pico}.

Em termos práticos, a utilização da carga no pico do esforço e a altura/nível da LM na equação apresentada permite que o VO_{2pico} em homens com LM seja determinado de uma forma prática, rápida e com baixo custo financeiro, por não demandar equipamentos específicos e sofisticados, além de profissionais especializados para a realização do TCPE.

Agradecimentos

Os autores também agradecem à Academia Paralímpica Brasileira, do Comitê Paralímpico Brasileiro (APB/CPB), pelo apoio científico.

Declaração de conflito de interesses

Nenhum conflito de interesses em relação ao presente estudo.

Declaração de financiamento

Este estudo foi apoiado pela Fundação Carlos Chagas Filho de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, No. E-26/211.104/2021 e N° E-26/203.256/2017) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal (CAPES, Finance Code 001; N° 88881.708719/2022-01, e N° 88887.708718/2022-00).

Referências

1. Wecht JM, Harel NY, Guest J, Kirshblum SC, Forrest GF, Bloom O, *et al.* Cardiovascular Autonomic Dysfunction in Spinal Cord Injury: Epidemiology,

- Diagnosis, and Management. *Seminars in neurology*. 2020;40(5): 550–559. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713885>.
2. Budd MA, Gater DRJ, Channell I. Psychosocial Consequences of Spinal Cord Injury: A Narrative Review. *Journal of personalized medicine*. 2022;12(7). <https://doi.org/10.3390/jpm12071178>.
 3. Ahuja CS, Wilson JR, Nori S, Kotter MRN, Druschel C, Curt A, *et al.* Traumatic spinal cord injury. *Nature reviews. Disease primers*. 2017;3: 17018. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.18>.
 4. Quadri SA, Farooqui M, Ikram A, Zafar A, Khan MA, Suriya SS, *et al.* Recent update on basic mechanisms of spinal cord injury. *Neurosurgical review*. 2020;43(2): 425–441. <https://doi.org/10.1007/s10143-018-1008-3>.
 5. Phillips AA, Krassioukov A V. Contemporary Cardiovascular Concerns after Spinal Cord Injury: Mechanisms, Maladaptations, and Management. *Journal of neurotrauma*. 2015;32(24): 1927–1942. <https://doi.org/10.1089/neu.2015.3903>.
 6. Draghici AE, Taylor JA. Baroreflex autonomic control in human spinal cord injury: Physiology, measurement, and potential alterations. *Autonomic neuroscience : basic & clinical*. 2018;209: 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2017.08.007>.
 7. Gee CM, West CR, Krassioukov A V. Boosting in Elite Athletes with Spinal Cord Injury: A Critical Review of Physiology and Testing Procedures. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. 2015;45(8): 1133–1142. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0340-9>.
 8. Hunt C, Moman R, Peterson A, Wilson R, Covington S, Mustafa R, *et al.* Prevalence of chronic pain after spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Regional anesthesia and pain medicine*. 2021;46(4): 328–336. <https://doi.org/10.1136/rapm-2020-101960>.
 9. Adachi H. Cardiopulmonary Exercise Test. *International heart journal*. 2017;58(5): 654–665. <https://doi.org/10.1536/ihj.17-264>.
 10. Rossi Neto JM, Tebexreni AS, Alves ANF, Smanio PEP, de Abreu FB, Thomazi MC, *et al.* Cardiorespiratory fitness data from 18,189 participants who underwent treadmill cardiopulmonary exercise testing in a Brazilian population. *PloS one*. 2019;14(1): e0209897. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209897>.
 11. Hackett DA. Lung Function and Respiratory Muscle Adaptations of Endurance- and Strength-Trained Males. *Sports (Basel, Switzerland)*. 2020;8(12). <https://doi.org/10.3390/sports8120160>.
 12. Khan H, Jaffar N, Rauramaa R, Kurl S, Savonen K, Laukkanen JA. Cardiorespiratory fitness and nonfatalcardiovascular events: A population-based follow-up study. *American heart journal*. 2017;184: 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2016.10.019>.
 13. Glaab T, Taube C. Practical guide to cardiopulmonary exercise testing in adults. *Respiratory research*. 2022;23(1): 9. <https://doi.org/10.1186/s12931-021-01895-6>.
 14. Ferguson M, Shulman M. Cardiopulmonary Exercise Testing and Other Tests of Functional Capacity. *Current anesthesiology reports*. 2022;12(1): 26–33. <https://doi.org/10.1007/s40140-021-00499-6>.
 15. DeCato TW, Haverkamp H, Hegewald MJ. Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET). *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2020;201(1): P1–P2. <https://doi.org/10.1164/rccm.2011P1>.
 16. McMillan DW, Nash MS, Gater DRJ, Valderrábano RJ. Neurogenic Obesity and Skeletal Pathology in Spinal Cord Injury. *Topics in spinal cord injury rehabilitation*. 2021;27(1): 57–67. <https://doi.org/10.46292/sci20-00035>.
 17. Tweedy SM, Beckman EM, Geraghty TJ, Theisen D, Perret C, Harvey LA, *et al.* Exercise and sports science Australia (ESSA) position statement on exercise and spinal cord injury. *Journal of science and medicine in sport*. 2017;20(2): 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.02.001>.

18. Winkert K, Kirsten J. Cardiopulmonary exercise testing – methodological aspects. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin/German Journal of Sports Medicine*. 2022;73(5): 184–188. <https://doi.org/10.5960/dzsm.2022.538>.
19. Campos LFCC de. *Comparação entre métodos para mensuração da potência aeróbia em atletas tetraplégicos*. Universidade Estadual de Campinas; 2013.
20. American College of Sports Medicine. *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. 8th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011.
21. ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry). *International Standards for Anthropometric Assessment*. Australia: ISAK; 2001.
22. Gurney JM, Jelliffe DB. 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*. 1973;26(9): 912–915. <https://doi.org/10.1093/ajcn/26.9.912>.
23. Sawilowsky SS. New Effect Size Rules of Thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*. 2009;8(2): 597–599. <https://doi.org/10.22237/jmasm/1257035100>.
24. Hinkle DE, Wiersma W JS. *Applied Statistics for the Behavioral Sciences*. 5th ed. Boston: Houghton Mifflin; 2003.
25. Lee BS, Bae JH, Choi YJ, Lee JA. Predicting Maximum Oxygen Uptake from Non-Exercise and Submaximal Exercise Tests in Paraplegic Men with Spinal Cord Injury. *Healthcare (Basel, Switzerland)*. 2023;11(5). <https://doi.org/10.3390/healthcare11050763>.
26. Raguindin PF, Bertolo A, Zeh RM, Fränkl G, Itodo OA, Capossela S, *et al*. Body Composition According to Spinal Cord Injury Level: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of clinical medicine*. 2021;10(17). <https://doi.org/10.3390/jcm10173911>.
27. Guest J, Datta N, Jimshelishvili G, Gater DRJ. Pathophysiology, Classification and Comorbidities after Traumatic Spinal Cord Injury. *Journal of personalized medicine*. 2022;12(7). <https://doi.org/10.3390/jpm12071126>.
28. Åstrand P, Rodahl K. *Textbook of work physiology*. New York, NY, US: McGraw-Hill; 1986.
29. American College of Sports Medicine. *Guidelines for exercise testing and exercise prescription*. Philadelphia: Lea & Febiger; 1980.
30. Balke B, Ware RW. An experimental study of physical fitness of Air Force personnel. *United States Armed Forces medical journal*. 1959;10(6): 675–688.
31. Herrmann KH, Kirchberger I, Biering-Sørensen F, Cieza A. Differences in functioning of individuals with tetraplegia and paraplegia according to the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). *Spinal cord*. 2011;49(4): 534–543. <https://doi.org/10.1038/sc.2010.156>.
32. Au JS, Sithamparapillai A, Currie KD, Krassioukov A V, MacDonald MJ, Hicks AL. Assessing Ventilatory Threshold in Individuals With Motor-Complete Spinal Cord Injury. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2018;99(10): 1991–1997. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.05.015>.
33. Hooker SP, Greenwood JD, Hatae DT, Husson RP, Matthiesen TL, Waters AR. Oxygen uptake and heart rate relationship in persons with spinal cord injury. *Medicine and science in sports and exercise*. 1993;25(10): 1115–1119.
34. Leicht CA, Bishop NC, Goosey-Tolfrey VL. Submaximal exercise responses in tetraplegic, paraplegic and non spinal cord injured elite wheelchair athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2012;22(6): 729–736. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01328.x>.
35. Miller LE, Herbert WG. Health and economic benefits of physical activity for patients with spinal cord injury. *Clinic Economics and outcomes research: CEOR*. 2016;8: 551–558. <https://doi.org/10.2147/CEOR.S115103>.