

Métodos de avaliação da aptidão cardiorrespiratória e composição corporal de adultos com lesão medular: uma revisão sistemática

Methods for assessing cardiorespiratory fitness and body composition in adults with spinal cord injury: a systematic review

DOI:10.34117/bjdv9n2-089

Recebimento dos originais: 17/01/2023

Aceitação para publicação: 14/02/2023

Fernanda Maria Martins

Doutora em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)

Instituição: Instituto de Medicina Física e Reabilitação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - Rede Lucy Montoro (IMREA-HCFM-USP)

Endereço: Rua Domingo de Soto, 100, Vila Mariana, São Paulo - SP

E-mail: fernanda_mmartins@hotmail.com

Priscilla Mazi

Mestranda em Cardiologia pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)

Instituição: Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Albert Einstein - Hospital Albert Einstein

Endereço: Avenida Albert Einstein, 627/701, Morumbi, São Paulo - SP

E-mail: priscilla.mazi@gmail.com

Erica de Castro Leite

Graduada em Educação Física pelo Centro Universitário Sant'Anna (UNISANT'ANNA), Graduada em Fisioterapia pela Universidade Paulista (UNIP)

Instituição: Instituto de Medicina Física e Reabilitação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - Rede Lucy Montoro (IMREA-HCFM-USP)

Endereço: Rua Domingo de Soto, 100, Vila Mariana, São Paulo - SP

E-mail: erica.leite@hc.fm.usp.br

Luís Gustavo de Souza Pena

Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Instituição: Centro Universitário Carlos Drummond de Andrade e Instituto de Medicina Física e Reabilitação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - Rede Lucy Montoro (IMREA-HCFM-USP)

Endereço: Rua Domingo de Soto, 100, Vila Mariana, São Paulo - SP

E-mail: luis.pena@hc.fm.usp.br

Debora Bernardo da Silva

Doutora em Epidemiologia pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP)

Instituição: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP-USP)

Endereço: Avenida Doutor Arnaldo 715, Cerqueira César, São Paulo - SP

E-mail: deborabernardo.silva@yahoo.com.br

Cristiane Gonçalves da Mota

Mestre em Ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP)

Instituição: Instituto de Medicina Física e Reabilitação do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - Rede Lucy Montoro

(IMREA-HCFM-USP)

Endereço: Rua Domingo de Soto, 100, Vila Mariana, São Paulo - SP

E-mail: cristiane.mota@hc.fm.usp.br

RESUMO

Objetivo: Identificar quais são as ferramentas de avaliação utilizadas para mensurar as alterações na aptidão cardiorrespiratória (ACR) e composição corporal (CC) provocadas pelo exercício físico em adultos com lesão da medula espinhal (LME). **Metodologia:** Uma revisão sistemática da literatura científica produzida de janeiro/2017 a abril/2022 nas bases de dados PubMed, Embase, Cochrane Library, Lilacs e Scielo. **Resultados:** Foram incluídos seis ensaios clínicos randomizados e controlados. A ergoespirometria em cicloergômetro de membros superiores, as medidas antropométricas e a absorciometria de raios-x de dupla energia (DEXA) foram as ferramentas utilizadas para quantificar as adaptações na ACR e CC, respectivamente. Além disso, os estudos observaram aumento da ACR após o exercício físico, no entanto, não foram encontradas mudanças na CC. **Conclusão:** A ergoespirometria em cicloergômetro de membro superior, a DEXA e as medidas antropométricas parecem ser as principais ferramentas utilizadas na literatura para quantificar as mudanças na ACR e CC em adultos com LME, após o exercício físico. Por fim, o exercício físico pode ser uma intervenção não farmacológica capaz de melhorar a ACR de adultos com LME crônica.

Palavras-chave: treinamento físico, lesão medular, métodos de avaliação, capacidade cardiorrespiratória, índice de massa corporal.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to investigate which assessment instruments are used to measure the adaptations caused by physical exercise in the cardiorespiratory fitness (CRF) and body composition (WC) of adults with spinal cord injury (SCI). **Method:** A systematic review of the literature produced from January/2017 to April/2022 within the PubMed, Embase, Cochrane Library, Lilacs and Scielo databases. **Results:** Six Randomized, Controlled Clinical Trials were included in this review. The ergspirometric test on a cycle ergometer for upper limbs, anthropometric measurements and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) were used to quantify adaptations in CRF and WC, respectively. In addition, these studies observed an increase in CRF after physical exercise. However, no changes were found in the WC. **Conclusion:** Ergspirometric test on a cycle ergometer for upper limbs, anthropometric measurements and DXA seem to be the main tools used in the literature to quantify changes in CRF and WC of adults with

SCI, after physical exercise. Finally, physical exercise can be a non-pharmacological intervention capable of improving the CRF of adults with chronic SCI.

Keywords: physical training, spinal cord injury, assessment methods, cardiorespiratory capacity, body mass index.

1 INTRODUÇÃO

A lesão da medula espinhal (LME) é definida como uma lesão causada na medula espinhal que apresenta etiologia traumática (impacto físico externo) ou não traumática (doenças agudas ou crônicas) (AHUJA et al., 2017; ALIZADEH; DYCK; KARIMI-ABDOLREZAEI, 2019).

A lesão traumática da medula espinhal (LTME) é a mais prevalente entre as pessoas (GOLESTANI et al., 2022; PEREIRA; DE CASTRO; BARBOSA, 2022). Nesse sentido, estima-se que nos países em desenvolvimento a incidência de LTME é de aproximadamente 22,55 milhões por ano, sendo que 80,09% dos casos ocorrem em pessoas do sexo masculino com idade inferior a 30 anos (GOLESTANI et al., 2022). O nível da LTME mais prevalente é a lesão cervical e a causa mais comum das lesões são os acidentes automobilísticos (GOLESTANI et al., 2022; PEREIRA et al., 2022).

Dependendo do nível da lesão (cervical, torácica, lombar e sacral), a pessoa pode apresentar espasticidade muscular, dor neuropática e perda das funções motoras (AHUJA et al., 2017; PEREIRA et al., 2022). Com isso, os impactos causados pela LME afetam negativamente a capacidade funcional e a qualidade de vida, o que resulta na dependência física (CENTER, 2016).

Nesse contexto, o exercício físico apresenta-se como uma ferramenta essencial para a reabilitação física de adultos com LME (HOEKSTRA et al., 2020; MARTIN GINIS et al., 2018). De fato, vários estudos mostraram que a intervenção com o exercício físico promove adaptações positivas na aptidão cardiorrespiratória (ACR), força muscular, flexibilidade, composição corporal (CC) e qualidade de vida dessa população (AKKURT et al., 2017; DE CASTRO AMORIM et al., 2021; MA; WEST; MARTIN GINIS, 2019; NIGHTINGALE et al., 2018; NIGHTINGALE et al., 2017; NOOIJEN et al., 2017; WILLIAMS et al., 2021).

Para avaliar as adaptações causadas nos marcadores de aptidões físicas após a intervenção com programas de exercícios físicos, os estudos utilizam ferramentas avaliativas distintas.

Nesse contexto, tem sido evidenciado, na literatura científica, que a ACR pode ser quantificada utilizando ferramentas avaliativas laboratoriais ou de campo.

Nesse sentido, a ergoespirometria é um teste laboratorial confiável e amplamente utilizado para quantificar a ACR em ambientes clínicos (SILVA; TORRES, 2002; TAYLOR; BUSKIRK; HENSCHER, 1955). Para realizar esse teste são necessários equipamentos especializados e um profissional capacitado da área médica (SILVA; TORRES, 2002; TAYLOR et al., 1955).

Por outro lado, os testes de campo (teste de propulsão da cadeira de rodas de 12 minutos, teste de propulsão da cadeira de rodas de seis minutos) apresentam-se como uma alternativa de baixo custo, fácil aplicabilidade e simples de administrar em centros de reabilitação (FRANKLIN et al., 1990; HOL et al., 2007). Esses testes são capazes de quantificar a ACR e a resistência muscular de adultos com LME (FRANKLIN et al., 1990; HOL et al., 2007).

Adicionalmente, pessoas com LME apresentam modificações agudas e crônicas na CC. Essas alterações estão relacionadas a uma redução do gasto energético provocado pela incapacidade física gerada pela lesão, o que resulta em ganhos acentuados de tecido adiposo (GATER; CLASEY, 2006; GORGEY et al., 2011; JONES; LEGGE; GOULDING, 2003). Além disso, há uma rápida atrofia da massa muscular devido à incapacidade de mobilizar as fibras musculares dos membros paralisados (GATER; CLASEY, 2006; GORGEY et al., 2011; JONES et al., 2003).

As ferramentas avaliativas, comumente, utilizadas em pesquisas científicas e nas práticas clínicas para quantificar a CC são classificadas em métodos indiretos (absorciometria de raios-x de dupla energia) e em métodos duplamente indiretos (medidas antropométricas e impedância bioelétrica).

A absorciometria de raios-x de dupla energia (DEXA) é um método de imagem utilizado para mensurar a CC total e regional (tronco, pernas, braços, região andróide e ginóide) (GORGEY et al., 2010; GORGEY; GATER, 2011). Além disso, é uma técnica confiável e considerada padrão-ouro para avaliar a densidade mineral óssea e diagnóstico de osteoporose (ORGANIZATION, 1994).

As medidas antropométricas, constituem o método mais difundido devido ao seu fácil manuseio e baixo custo, sendo amplamente utilizados como marcadores da CC (BILLEWICZ; KEMSLEY; THOMSON, 1962; OBESITY, 2000). Nesse contexto, o índice de massa corporal (IMC) parece ser uma medida adequada para expressar a gordura corporal total em estudos populacionais (BILLEWICZ et al., 1962; OBESITY, 2000).

Da mesma maneira, a impedância bioelétrica (BIA) é um instrumento utilizado desde a década de 80 para estimar a CC, em particular, a gordura corporal, na população em geral (BILLEWICZ et al., 1962). O método tornou-se popular devido à sua facilidade de utilização, a portabilidade do equipamento e do seu custo relativamente baixo em comparação com alguns dos outros métodos (BILLEWICZ et al., 1962).

Entretanto, a utilização de medidas antropométricas necessita maior aprofundamento, para que se possa ter evidências da fidedignidade da sua aplicação, pois tais técnicas podem subestimar a quantidade de gordura corporal em lesados medulares, devido às suas limitações (MOJTAHEDI; VALENTINE; EVANS, 2009; RAGUINDIN et al., 2021; VAN DER SCHEER et al., 2021).

Embora existam diferentes métodos para avaliar as aptidões físicas relacionadas ao exercício físico, ainda é pouco relatado, na literatura científica, quais são as principais ferramentas de avaliação utilizadas em adultos com LME.

Além disso, a maioria dos estudos que investigam a aplicação das ferramentas de avaliação física em adultos com LME são desenvolvidos no contexto esportivo (SILVA; TORRES, 2002). Sendo assim, é pouco relatado a aplicabilidade dessas ferramentas no ambiente clínico.

Diante disso, torna-se importante o desenvolvimento de estudos que forneçam aos profissionais de saúde o conhecimento de alternativas adequadas para monitorar individualmente a evolução dos pacientes durante o processo de reabilitação.

Portanto, esta revisão sistemática teve como objetivo identificar quais são as ferramentas de avaliação utilizadas para mensurar as alterações na CC e ACR provocadas pelo exercício físico em adultos com LME.

2 MÉTODOS

Esta revisão sistemática foi construída de acordo com as diretrizes Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (MOHER et al., 2009). A revisão sistemática foi registrada no PROSPERO.

Dois pesquisadores conduziram independentemente pesquisas bibliográficas nas bases de dados: PubMed, Embase, Cochrane Library, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs) e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Foram pesquisados artigos publicados entre os períodos de janeiro de 2017 a abril de 2022. Foram incluídos apenas estudos com delineamento de ensaios clínicos randomizados e controlados, e que foram escritos nos idiomas inglês e português.

Como estratégia de busca utilizou-se os Descritores em Ciências da Saúde – DeCS: “physical exercise”, “physical fitness”, “spinal cord injury” e seus correspondentes em português: “exercício físico”, “aptidão física” e “lesão da medula espinhal”. Os critérios de pesquisa utilizados obedeceram ao conceito “PICO” (paciente/problema/população; intervenção; comparação/controle/comparador; desfecho). O operador booleano “AND” foi usado para combinar todas as palavras-chave. Para artigos relatados em dois bancos de dados distintos, apenas uma cópia completa foi usada para análise nesta revisão.

Todos os estudos relevantes e as listas de referências dos artigos identificados foram verificados manualmente. Para a seleção de dados, os artigos foram analisados, primeiramente, pelo título e resumo. Posteriormente, os artigos foram analisados na íntegra. Quaisquer discordâncias entre os dois investigadores foram resolvidas por consenso. A aprovação do comitê de revisão institucional não é aplicável porque o presente estudo é uma revisão sistemática, que não é considerada pesquisa envolvendo seres humanos.

Esta revisão incluiu estudos com ensaios clínicos, randomizados e controlados. Excluímos desenhos de ensaios randomizados não controlados, estudos observacionais, estudos de revisão, meta-análises, estudos em animais, resumos apresentados em conferências acadêmicas, estudos de caso, estudos transversais e estudos pilotos. Foram incluídos nesta revisão participantes diagnosticados clinicamente com lesão medular, que poderia ser completa ou incompleta, aguda ou crônica. Pacientes com idade inferior a 18 anos foram excluídos. Não houve limitação quanto ao sexo ou etnia dos participantes do estudo.

Os estudos incluídos relataram pelo menos uma medida de avaliação dos resultados na linha de base e pós-intervenção, descrevendo detalhadamente as ferramentas de avaliação das medidas estudadas. Além disso, os estudos incluídos deveriam utilizar como métodos de intervenção com protocolos de exercício físico (aeróbico, resistido, combinado) ou programas de orientação da prática de exercícios físicos. Além disso, os estudos deveriam apresentar, obrigatoriamente, um grupo controle (sem intervenção com exercício físico). Foram excluídos estudos que utilizaram como métodos de intervenções terapias com robótica e/ou eletroestimulação funcional (FES).

As medidas de desfecho incluíram CC [peso corporal, índice de massa corporal, massa corporal gorda, percentual de gordura corporal, gordura visceral, circunferência da

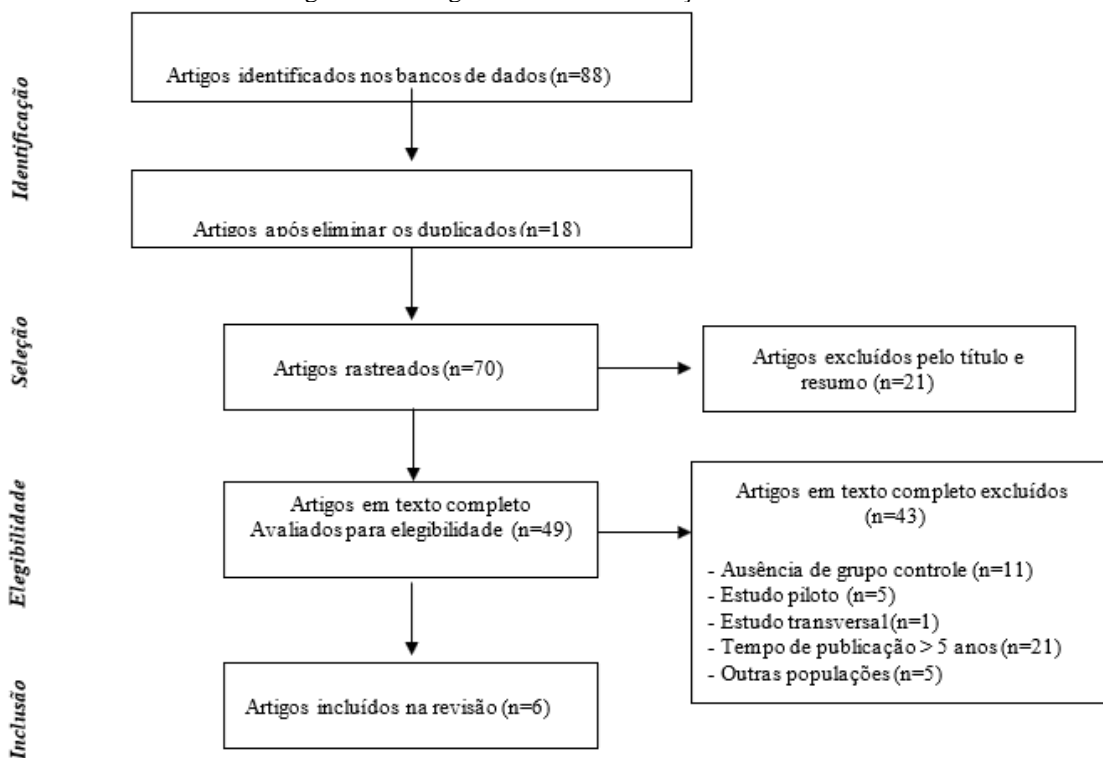
cintura, massa corporal magra e índice de massa muscular]; ACR [VO₂ pico, VO₂ máx]; funções musculares [flexibilidade, força e resistência musculares].

O processo de avaliação do risco de viés para cada estudo foi realizado de forma independente por dois revisores, usando a ferramenta Cochrane Risk of Bias Tool (DE CARVALHO; SILVA; GRANDE, 2013).

3 RESULTADOS

Foram identificados 88 artigos científicos dos quais 18 foram excluídos por estarem duplicados, totalizando 70 artigos. Desses, 21 artigos foram excluídos após a leitura do título e resumo, pois não abordavam a prática de exercícios físicos ou tratavam-se de protocolos de intervenção com robótica ou eletroestimulação. Assim, 49 artigos foram avaliados para elegibilidade. Após a avaliação, 43 artigos foram excluídos (11 artigos não apresentavam grupo controle, 5 artigos eram estudos pilotos, 1 artigo de delineamento transversal, 21 artigos com o tempo de publicação superior a cinco anos e 5 artigos que utilizaram outras populações de estudo). Por fim, seis artigos foram incluídos na revisão sistemática. Os resultados do processo de busca e seleção dos estudos estão apresentados na Figura 1.

Figura 1: Fluxograma de busca e seleção de estudos



Os estudos foram conduzidos entre janeiro/2017 a abril/2022 em diferentes países (Canadá, Índia, Holanda, Reino Unido e Peru). O tamanho da amostra variou de oito a 20 pessoas e a idade dos participantes variou entre 29 e 48 anos, sendo a maioria dos artigos direcionados à população com idade superior a 40 anos. O tempo da lesão variou de oito meses a 20 anos, sendo que todos os estudos avaliaram adultos com lesões medulares crônicas. Os autores tiveram como objetivos avaliar a ACR e a CC. Os períodos de intervenção variaram entre quatro semanas a 12 meses, sendo realizadas de duas a cinco vezes na semana, com duração das sessões de 10 a 90 minutos.

Para a ACR, todos os estudos incluídos utilizaram a ergoespirometria em cicloergômetro de membros superiores como ferramenta de avaliação (AKKURT et al., 2017; MA et al., 2019; NIGHTINGALE et al., 2018; NIGHTINGALE et al., 2017; NOOIJEN et al., 2017; WILLIAMS et al., 2021).

A maioria dos estudos (83,3%), incluídos nessa revisão, que avaliaram a CC utilizaram as medidas antropométricas como indicador de gordura corporal (NIGHTINGALE et al., 2018; NOOIJEN et al., 2017). Apenas um estudo (16,6%) utilizou a DEXA como ferramenta para quantificar a CC em adultos com LME (NIGHTINGALE et al., 2017).

Para os grupos de intervenção, três estudos (AKKURT et al., 2017; MA et al., 2019; WILLIAMS et al., 2021) utilizaram o exercício combinado [exercícios aeróbio (EA) + exercícios resistido (ER)] como protocolo de intervenção, enquanto dois estudos (NIGHTINGALE et al., 2018; NIGHTINGALE et al., 2017) utilizaram apenas o EA. Por fim, um estudo (NOOIJEN et al., 2017) não especificou o tipo de exercício físico aplicado.

A maioria dos estudos incluídos (AKKURT et al., 2017; MA et al., 2019; NIGHTINGALE et al., 2018; NIGHTINGALE et al., 2017; WILLIAMS et al., 2021), nesta revisão sistemática, observaram aumento da ACR após a intervenção com o exercício físico. Apenas um estudo (NOOIJEN et al., 2017) relatou não ter encontrado diferença significativa entre os grupos de intervenção e controle para a ACR.

Em relação a CC, nenhum estudo, nesta revisão, observou alterações no IMC, massa corporal magra, massa corporal gorda e tecido adiposo visceral após a intervenção com o exercício físico.

Às características, métodos de treinamento e achados dos estudos estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Artigos inseridos na revisão sistemática sobre avaliação da aptidão física em adultos com lesão medular espinhal

Autor / ano	País	Tipo de estudo	Participantes	Grupos (n)	Tempo da lesão	Idade (anos): média +- DP ou Intervalo	Tipo de Intervenção	Ferramenta de avaliações	Desfechos Primários
Williams, et al. 2021	CA	ERC	n= 28 (H:17, M:11); tetraplegia/ paraplegia (<T6; > T6); ASIA: A-D	Int: 14 Con: 14	Int: 14.7 ± 13.9 Con: 18.1 ± 10.9	Int: 45.8 ± 13.6 Con: 45.6 ± 10.5	Int: REX: (EA:50-70%VO ₂ pico + ER:50-80% de 1RM; 8x/sem;10-15 min) Con: sem intervenção 08 sem	Ergoespirometria (cicloergômetro de MMSS);	↑ VO ₂ pico
Jasmin, et al. 2019	CA	ERC	n= 28 (H:17, M:11); paraplegia/ tetraplegia	Int: 14 Con: 14	16.4 ± 12.4 anos	Int: 45 ± 13 Con: 45 ± 10	Int: REX: (EA:50-70%VO ₂ pico + ER:50-80% de 1RM; 8x/sem;10-15 min) Con: sem intervenção 08 sem.	Ergoespirometria (cicloergômetro de MMSS);	↑ VO ₂
Nightingale, et al. 2018	UK	ERC	n= 21; paraplegia (<T2)	Int: 13 Con: 8	> 1 anos	ND	Int: EA: cicloergômetro de MMSS (4x/sem; 45 min; 60%-65% VO ₂ pico); Con: sem intervenção; 06 sem.	Ergoespirometria (cicloergômetro de MMSS); Balança digital e estadiômetro.	↑ VO ₂ pico → IMC
Akkurt, et al. 2017	PE	ERC	n= 33 (H:29, M:04); LME completa/ incompleta (C7-L5); ASIA: A-D	Int: 17 Con: 16	ND	Int: 33 (15-42) Con: 37 (19-62)	Int: EA: cicloergômetro de MMSS (3x/sem;1,5 h; 50-70%VO ₂ pico); ER (50-80% de 1RM) + exerc. resp + along (2 x/dia; 5 x/ sem); Con: exercícios convencionais; 12 sem.	Ergoespirometria (cicloergômetro de MMSS)	↑ VO ₂ pico
Nightingale, et al. 2017	UK	ERC	n= 21 (H:15,M:6); paraplegia (≤ T2)	Int:13 Con: 8	Int: 14 ± 11 anos Con: 20 ± 10 anos				

						Int: 48 ± 10 Con: 46 ± 6	Int: TA: cicloergômetro de MMSS (4x/sem; 45 min; 60%-65% VO ₂ pico); Con: sem intervenção; 06 sem.	Ergoespirometria (cicloergômetro de MMSS); DEXA	↑ VO ₂ pico → IMC → MCM → MCG → TAV
Nooijen, et al. 2017	NL	ERC	n= 39 (H:33, M:6); tetraplegia/ paraplegia	Int: 20 Con: 19	Int: 4.5 ± 2.2 anos Con: 5.2 ± 2.6 anos	Int: 44 ± 15 Con: 44 ± 15	Int: REX: (13 sessões; 2-3x/mês); Con: exercícios convencionais; 12 meses.	Ergoespirometria (cicloergômetro de MMSS); Balança digital e estadiômetro.	→ VO ₂ pico → IMC

Legenda: Along: alongamentos; ASIA: escala american spinal injury association; CA: Canadá; Con: grupo controle; DEXA: absorciometria de raios-x de dupla energia; DP: desvio padrão; ERC: ensaio randomizado e controlado; exerc. resp: exercícios respiratórios; EA: exercício aeróbio; ER: exercício resistido; IMC: índice de massa corporal; Int: grupo intervenção; IN: Índia; H: homens; LME: lesão medular espinhal; M: mulheres; MCM: massa corporal magra; MCM: massa corporal gorda; MMSS: membros superiores; ND: sem informação; NL: Holanda; PIM: pressão inspiratória máxima; Rep: repetições; REX: recomendação da prática de exercício físico; Sem: semanas; RU: Reino Unido; TAV: tecido adiposo visceral; UK: Reino Unido; VO₂pico: consumo de oxigênio de pico.

3.1 RISCO DE VIÉS

Cochrane é uma ferramenta de avaliação baseada em 07 domínios (Geração da sequência de randomização, Sigilo da alocação, Cegamento de participantes e equipe, o Cegamento na avaliação de desfecho, Dados incompletos de desfechos, Relato seletivo de desfechos e Outras fontes de vieses) (DE CARVALHO et al., 2013). Para cada um desses domínios é avaliado o risco de viés, sendo classificado como alto, incerto ou baixo risco de viés (DE CARVALHO et al., 2013).

A randomização ocorreu em 100% dos estudos (AKKURT et al., 2017; MA et al., 2019; NIGHTINGALE et al., 2018; NIGHTINGALE et al., 2017; NOOIJEN et al., 2017; WILLIAMS et al., 2021), sendo que em 33,3% dos estudos (AKKURT et al., 2017; WILLIAMS et al., 2021) houve alocação secreta dos participantes. Para geração da sequência de randomização, relato seletivo de desfechos e outras fontes de vieses, houve resultado de 100% para baixo risco de viés em todos os seis artigos incluídos nesta revisão sistemática (AKKURT et al., 2017; MA et al., 2019; NIGHTINGALE et al., 2018; NIGHTINGALE et al., 2017; NOOIJEN et al., 2017; WILLIAMS et al., 2021). Adicionalmente, 83,3% dos estudos (AKKURT et al., 2017; MA et al., 2019; NIGHTINGALE et al., 2018; NIGHTINGALE et al., 2017; WILLIAMS et al., 2021) apresentaram baixo risco de viés para dados incompletos de desfechos. No entanto, em 66,6% dos estudos (AKKURT et al., 2017; MA et al., 2019; NOOIJEN et al., 2017; WILLIAMS et al., 2021) não houve cegamento de participantes e equipe ou este cegamento foi incompleto e em dois estudos (NIGHTINGALE et al., 2018; NIGHTINGALE et al., 2017) não havia informação suficiente para julgar como alto risco e baixo risco de viés. Em 83,3% dos estudos (AKKURT et al., 2017; MA et al., 2019; NIGHTINGALE et al., 2017; NOOIJEN et al., 2017; WILLIAMS et al., 2021) foi especificado o cegamento dos avaliadores, no entanto, apenas um estudo (NIGHTINGALE et al., 2018) não havia informações suficientes para julgar como alto risco e baixo risco de viés, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Análise da qualidade metodológica dos ensaios clínicos aleatorizados incluídos, de acordo com escala de Risco de Viés Cochrane (n=6)

Estudos	Geração da sequência aleatória	Ocultação de alocação	Cegamento de participantes e equipe	Cegamento de avaliadores de desfecho	Desfechos incompletos	Relato de desfecho seletivo	Outras fontes de viés
Williams, et al.,2021	Baixo	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Jasmin , et al.2019	Baixo	Alto	Alto	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Nightingale, et al.2018	Baixo	Alto	Incerto	Incerto	Baixo	Baixo	Baixo
Akkurt et al.2017	Baixo	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Nightingale, et al. 2017	Baixo	Alto	Incerto	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Nooijen, et al.2017	Baixo	Alto	Alto	Baixo	Alto	Baixo	Baixo

4 DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática teve como objetivo identificar quais são as ferramentas de avaliação mais utilizadas para quantificar as alterações nas aptidões físicas provocadas pelo exercício físico em adultos com LME.

Foram identificadas e sumarizadas as ferramentas de avaliação utilizadas em seis estudos que quantificaram as alterações nas aptidões físicas em adultos com LME aguda ou crônica, que participaram de um programa de exercícios físicos.

As intervenções apresentadas nos estudos desta revisão sistemática abrangeram adultos da faixa etária entre 33 e 48 anos, onde a maioria das pesquisas foi direcionada à população com idade superior a 40 anos e, todos os estudos avaliaram adultos com lesão medular crônica, em que o tempo de lesão variou de um a 20 anos.

Em relação ao tipo de exercício físico, três estudos (AKKURT et al., 2017; MA et al., 2019; WILLIAMS et al., 2021) utilizaram o exercício combinado como método de intervenção, enquanto dois estudos (NIGHTINGALE et al., 2018; NIGHTINGALE et al., 2017) utilizaram apenas o EA. Somente um estudo (NOOIJEN et al., 2017) não especificou o tipo de exercício físico aplicado e nenhum estudo aplicou o ER de forma isolada.

No que se refere à frequência, duração das sessões de exercícios físicos e tempo de intervenção, estes variaram entre duas a oito vezes na semana, com o tempo da sessão variando entre 10 a 90 minutos, durante um período de seis semanas a 12 meses de intervenção.

Quanto à intensidade dos exercícios físicos, estes variaram de 50-70% do consumo de oxigênio de pico (VO_{2pico}) para os EA e de 50-80% de uma repetição máxima (1RM) para os ER.

Nesse contexto, apenas Nooijen, et al (2017) (NOOIJEN et al., 2017) não especificaram, em seu estudo, qual a duração das sessões e a intensidade dos exercícios físicos prescritos durante o programa de intervenção com exercício físico. Os autores, apenas descreveram que os participantes do grupo intervenção foram orientados a aumentarem os níveis de atividade física diária.

Segundo as diretrizes para que ocorra benefícios na ACR e força muscular, em adultos com LME, deve-se praticar pelo menos 20 minutos de EA de intensidade moderada a vigorosa (50-70% do VO_2) duas vezes por semana e ER, consistindo de três séries de 8-10 repetições (50-80% de 1RM) de cada exercício para cada grupo muscular principal, duas vezes por semana (GINIS et al., 2011; HOEKSTRA et al., 2020; MARTIN GINIS et al., 2018).

Neste cenário, apenas o estudo de Akkurt et al (2017) (AKKURT et al., 2017) aderiam a todas as recomendações (tipo de exercício, frequência, duração das sessões e intensidade) estipuladas pelas Diretrizes Internacionais de Prática de Exercício Físico para adultos com LME (GINIS et al., 2011; HOEKSTRA et al., 2020; MARTIN GINIS et al., 2018), durante a elaboração do seu programa de exercício físico.

Interessantemente, mesmo com a aplicação de um programa de exercício físico com tempo das sessões inferiores às recomendações, Jasmin et al (2019)(MA et al., 2019) e Williams et al (2021) (WILLIAMS et al., 2021) encontraram melhoras significativas na ACR.

Uma possível explicação pode ser devido ao fato de que, em ambos os estudos, a prática de exercício físico não foi controlada e supervisionada. Sendo assim, é possível supor que os participantes dos estudos possam ter realizado um volume de treinamento suficiente para causar adaptações na ACR.

A baixa ACR tem sido amplamente relatada na população com LME (HAISMA et al., 2006). A redução da ACR está relacionada com a paralisação dos grandes segmentos do corpo, que resulta na menor quantidade de massa muscular ativa e, conseqüentemente, no menor consumo de oxigênio e função muscular(MOHR et al., 1997).

A ferramenta de avaliação utilizada em todos os estudos (AKKURT et al., 2017; MA et al., 2019; NIGHTINGALE et al., 2018; NIGHTINGALE et al., 2017; NOOIJEN et al., 2017; WILLIAMS et al., 2021) incluídos nesta revisão para quantificar a ACR foi a ergoespirometria em cicloergômetro de membros superiores.

Segundo Trento et al (2009), o cicloergômetro de membro superior é o equipamento comumente utilizado nos testes que avaliam a ACR em adultos com LME, principalmente para pessoas paraplégicas, pois esse tipo de exercício físico é compatível com a locomoção em cadeira de rodas (TRENTO et al., 2009).

Além disso, a ergoespirometria é uma técnica computadorizada bastante confiável para quantificar a ACR, onde o avaliado inspira o ar ambiente e tem sua expiração direcionada para um equipamento com analisadores eletrônicos de gases (TAYLOR et al., 1955).

Entretanto, os principais métodos de avaliação da ACR foram laboratoriais, o que pode dificultar o acesso, devido ao seu custo e aplicabilidade. Bernardi et al (2010), indicam que testes de campo podem ser utilizados para avaliação da ACR em atletas com LME (BERNARDI et al., 2010). Se faz necessário a realização de estudos em ambientes clínicos que possam evidenciar a fidedignidade de protocolos de campo para avaliação da ACR em indivíduos com LME como os propostos por Franklin et al (1990) (FRANKLIN et al., 1990) e Cowan, Callahan, Nash (2012) (COWAN; CALLAHAN; NASH, 2012).

A literatura apresenta a importância do exercício físico para recuperação e melhora da ACR em adultos e idosos, saudáveis (SMART et al., 2022) ou com comorbidades (LEE; STONE, 2020; PEI et al., 2019), pois ACR adequada correlaciona-se com a redução do risco de doenças cardíacas, diminuindo a mortalidade (EZZATVAR et al., 2021).

Os estudos desta revisão ratificam a importância do exercício físico para adultos com LME, evidenciando que o exercício físico é um método de intervenção não farmacológico capaz de melhorar a ACR.

Nessa revisão, os estudos utilizaram o teste de 1 RM apenas como método para controlar a intensidade dos exercícios resistidos durante a intervenção. Sendo assim, as adaptações na força muscular não foram tratadas como variáveis de desfecho pelos estudos.

Em se tratando da força muscular, o teste de 1 RM consiste em avaliar a carga máxima levantada em exercícios com pesos livres ou máquinas, é um teste validado que é bem descrito na literatura (DIAS et al., 2013). Aidar et al (2016) dizem que esse teste é amplamente reconhecido como padrão de referência para avaliação de força muscular (AIDAR et al., 2016).

Pessoas com LME apresentam modificações agudas e crônicas na CC. Essas alterações estão relacionadas a uma redução do gasto energético provocado pela incapacidade física gerada pela lesão, o que resulta em ganhos acentuados de tecido adiposo (GATER; CLASEY, 2006; GORGEY et al., 2011; JONES et al., 2003). Além disso, há uma rápida atrofia da massa muscular devido à incapacidade de mobilizar as fibras musculares dos membros paralisados (GATER; CLASEY, 2006; GORGEY et al., 2011; JONES et al., 2003).

Essas mudanças na CC refletem diretamente no risco aumentado de doenças coronárias (DWIVEDI et al., 2020), Diabetes Mellitus Tipo 2 (JAYEDI et al., 2022), osteoporose (GKASTARIS et al., 2020) e, conseqüentemente, maior risco de mortalidade (DWIVEDI et al., 2020; SAAD et al., 2022).

As ferramentas avaliativas apresentadas nessa revisão para mensurar a CC foram a absorciometria de raios-x de dupla energia (DEXA) e as medidas antropométricas. As medidas antropométricas, constituem o método mais difundido devido ao seu fácil manuseio e baixo custo, sendo amplamente utilizados como marcadores da CC (BILLEWICZ et al., 1962; OBESITY, 2000). Nesse contexto, o índice de massa corporal (IMC) parece ser uma medida adequada para expressar a gordura corporal total em estudos populacionais (BILLEWICZ et al., 1962; ORGANIZATION, 2000).

Da mesma maneira, o DEXA é uma método de imagem utilizado para mensurar a CC total e regional (GORGEY et al., 2010; GORGEY; GATER, 2011). Além disso, é uma técnica confiável e considerada padrão-ouro para avaliar a densidade mineral óssea e diagnóstico de osteoporose (ORGANIZATION, 1994).

A maioria dos estudos (AKKURT et al., 2017; MA et al., 2019; NIGHTINGALE et al., 2018; NOOIJEN et al., 2017; WILLIAMS et al., 2021), incluídos nessa revisão, que avaliaram a CC utilizaram o IMC como indicador de gordura corporal. Somente Nightingale et al (2017) (NIGHTINGALE et al., 2017) utilizaram o DEXA como ferramenta para quantificar a CC em adultos com LME.

Nesta revisão, notou-se que os resultados não foram satisfatórios para a CC mesmo em programas que tiveram um tempo de duração de 12 meses, como o de Nooijen, et al. (2017) (NOOIJEN et al., 2017). Segundo esses autores, a intervenção utilizada para aumentar os níveis de atividade física, não foi suficiente para impedir o desenvolvimento de sobrepeso ou obesidade.

Algumas limitações foram relatadas nos estudos como tamanho da amostra, a falta de controle sobre fatores psicossociais, alimentares e medicamentosos dos participantes. Outra limitação apontada foi a ausência de controle das variáveis do treinamento (intensidade, duração, recuperação) dos exercícios realizados em ambiente domiciliar sem supervisão. Além disso, o não acompanhamento a longo prazo, fator aprendizagem e a falta de cegamento de avaliadores também foram relatados. No que diz respeito às limitações desta revisão sistemática, algumas pesquisas identificadas não foram incluídas por tratarem-se de protocolos de pesquisa pilotos.

Por fim, não foram encontrados estudos que avaliaram a flexibilidade em adultos com LME, a partir das palavras chaves utilizadas nesta revisão sistemática. Embora esta capacidade seja alterada devido à LME, uma vez que a musculatura apresente padrão espástico ou flácido, assim dependendo da altura e da completude da lesão, o grau de amplitude de movimento está associadas à funcionalidade do paciente (FRYE et al., 2020). Dessa forma, se faz necessário investigar a aplicabilidade de diferentes formas de avaliação da flexibilidade ou amplitude de movimento de pessoas com LME.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados nos estudos desta revisão sistemática, a ergoespirometria em cicloergômetro de membro superior, o DEXA e as medidas antropométricas são as principais ferramentas utilizadas para quantificar as adaptações na ACR e CC, após a intervenção com exercício físico em adultos com LME.

Além disso, o exercício físico pode ser uma intervenção não farmacológica capaz de melhorar a ACR de adultos com LME, em fase crônica, o que gera um impacto positivo na qualidade de vida dessa população.

Para estudos futuros, sugere-se avaliar os níveis de flexibilidade em adultos com LME e a aplicabilidade de testes de campo para avaliação da força, capacidade cardiorrespiratória e composição corporal desses indivíduos.

REFERÊNCIAS

- AHUJA, C. S. et al. Traumatic spinal cord injury. **Nature reviews Disease primers**, v. 3, n. 1, p. 1-21, 2017.
- AIDAR, F. J. et al. A randomized trial investigating the influence of strength training on quality of life in ischemic stroke. **Topics in stroke rehabilitation**, v. 23, n. 2, p. 84-89, 2016.
- AKKURT, H. et al. The effects of upper extremity aerobic exercise in patients with spinal cord injury: a randomized controlled study. **Eur J Phys Rehabil Med**, v. 53, n. 2, p. 219-227, 2017.
- ALIZADEH, A.; DYCK, S. M.; KARIMI-ABDOLREZAEI, S. Traumatic spinal cord injury: an overview of pathophysiology, models and acute injury mechanisms. **Frontiers in neurology**, v. 10, p. 282, 2019.
- BERNARDI, M. et al. Field evaluation of paralympic athletes in selected sports: implications for training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 6, p. 1200-1208, 2010.
- BILLEWICZ, W.; KEMSLEY, W.; THOMSON, A. Indices of adiposity. **British journal of preventive & social medicine**, v. 16, n. 4, p. 183, 1962.
- CENTER, N. S. C. I. S. Facts and Figures at a Glance. **Birmingham, AL: University of Alabama at Birmingham**, v. 10, 2016.
- COWAN, R. E.; CALLAHAN, M. K.; NASH, M. S. The 6-min push test is reliable and predicts low fitness in spinal cord injury. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 44, n. 10, p. 1993-2000, 2012.
- DE CARVALHO, A.; SILVA, V.; GRANDE, A. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. **Diagn Tratamento**, v. 18, n. 1, p. 38-44, 2013.
- DE CASTRO AMORIM, M. L. et al. A influência da prática regular de atividade física na apreensão palmar de paraplégicos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 10444-10451, 2021.
- DIAS, R. M. R. et al. Segurança, reprodutibilidade, fatores intervenientes e aplicabilidade de testes de 1-RM. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 19, p. 231-242, 2013.
- DWIVEDI, A. K. et al. Association Between Obesity and Cardiovascular Outcomes: Updated Evidence from Meta-analysis Studies. **Curr Cardiol Rep**, v. 22, n. 4, p. 25, Mar 12 2020.
- EZZATVAR, Y. et al. Cardiorespiratory fitness measured with cardiopulmonary exercise testing and mortality in patients with cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis. **Journal of sport and health science**, 2021.
- FRANKLIN, B. et al. Field test estimation of maximal oxygen consumption in wheelchair users. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 71, n. 8, p. 574-578, 1990.
- FRYE, S. K. et al. Functional passive range of motion of individuals with chronic cervical spinal cord injury. **The Journal of Spinal Cord Medicine**, v. 43, n. 2, p. 257-263, 2020.

GATER, D.; CLASEY, J. Body composition assessment in spinal cord injury clinical trials. **Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation**, v. 11, n. 3, p. 36-49, 2006.

GINIS, K. et al. The development of evidence-informed physical activity guidelines for adults with spinal cord injury. **Spinal cord**, v. 49, n. 11, p. 1088-1096, 2011.

GKASTARIS, K. et al. Obesity, osteoporosis and bone metabolism. **J Musculoskelet Neuronal Interact**, v. 20, n. 3, p. 372-381, Sep 1 2020.

GOLESTANI, A. et al. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in developing countries from 2009 to 2020: a systematic review and meta-analysis. **Neuroepidemiology**, 2022.

GORGEY, A. S. et al. Relationship of spasticity to soft tissue body composition and the metabolic profile in persons with chronic motor complete spinal cord injury. **The journal of spinal cord medicine**, v. 33, n. 1, p. 6-15, 2010.

GORGEY, A. S.; GATER, D. R. Regional and relative adiposity patterns in relation to carbohydrate and lipid metabolism in men with spinal cord injury. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 36, n. 1, p. 107-114, 2011.

GORGEY, A. S. et al. Influence of motor complete spinal cord injury on visceral and subcutaneous adipose tissue measured by multi-axial magnetic resonance imaging. **The journal of spinal cord medicine**, v. 34, n. 1, p. 99-109, 2011.

HAISMA, J. et al. Physical capacity in wheelchair-dependent persons with a spinal cord injury: a critical review of the literature. **Spinal cord**, v. 44, n. 11, p. 642-652, 2006.

HOEKSTRA, F. et al. Translating the international scientific spinal cord injury exercise guidelines into community and clinical practice guidelines: a Canadian evidence-informed resource. **Spinal Cord**, v. 58, n. 6, p. 647-657, 2020.

HOL, A. T. et al. Reliability and validity of the six-minute arm test for the evaluation of cardiovascular fitness in people with spinal cord injury. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 88, n. 4, p. 489-495, 2007.

JAYEDI, A. et al. Anthropometric and adiposity indicators and risk of type 2 diabetes: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. v. 376, p. e067516, Jan 18 2022.

JONES, L. M.; LEGGE, M.; GOULDING, A. Healthy body mass index values often underestimate body fat in men with spinal cord injury. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 84, n. 7, p. 1068-1071, 2003.

LEE, J.; STONE, A. J. Combined aerobic and resistance training for cardiorespiratory fitness, muscle strength, and walking capacity after stroke: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, v. 29, n. 1, p. 104498, 2020.

MA, J. K.; WEST, C. R.; MARTIN GINIS, K. A. The effects of a patient and provider co-developed, behavioral physical activity intervention on physical activity, psychosocial predictors, and fitness in individuals with spinal cord injury: a randomized controlled trial. **Sports Medicine**, v. 49, n. 7, p. 1117-1131, 2019.

MARTIN GINIS, K. A. et al. Evidence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: an update and a new guideline. **Spinal cord**, v. 56, n. 4, p. 308-321, 2018.

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Annals of internal medicine**, v. 151, n. 4, p. 264-269, 2009.

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.

MOJTAHEDI, M.; VALENTINE, R.; EVANS, E. Body composition assessment in athletes with spinal cord injury: comparison of field methods with dual-energy X-ray absorptiometry. **Spinal Cord**, v. 47, n. 9, p. 698-704, 2009.

NIGHTINGALE, T. E. et al. Home-based exercise enhances health-related quality of life in persons with spinal cord injury: a randomized controlled trial. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 99, n. 10, p. 1998-2006. e1, 2018.

NIGHTINGALE, T. E. et al. Impact of exercise on cardiometabolic component risks in spinal cord-injured humans. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 49, n. 12, p. 2469, 2017.

NOOIJEN, C. F. et al. A behavioral intervention promoting physical activity in people with subacute spinal cord injury: secondary effects on health, social participation and quality of life. **Clinical rehabilitation**, v. 31, n. 6, p. 772-780, 2017.

OBESITY, W. preventing and managing the global epidemic. Geneva. **WHO Technical report series**, v. 894, p. 252, 2000.

ORGANIZATION, W. H. **Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: report of a WHO study group [meeting held in Rome from 22 to 25 June 1992]**. World Health Organization, 1994. ISBN 9241208430.

_____. Obesity: preventing and managing the global epidemic. 2000.

PEI, G. et al. Aerobic exercise in adults with chronic kidney disease (CKD): a meta-analysis. **International urology and nephrology**, v. 51, n. 10, p. 1787-1795, 2019.

PEREIRA, T. G. G.; DE CASTRO, S. L. S.; BARBOSA, M. O. Perfil epidemiológico do traumatismo raquimedular em um hospital de referência do distrito federal um estudo retrospectivo Epidemiological profile of spinal cord injury in a reference hospital in the federal district a retrospective study. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 8708-8729, 2022.

RAGUINDIN, P. F. et al. Body Composition According to Spinal Cord Injury Level: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of clinical medicine**, v. 10, n. 17, p. 3911, 2021.

SAAD, R. K. et al. Abdominal Visceral Adipose Tissue and All-Cause Mortality: A Systematic Review. **Front Endocrinol (Lausanne)**, v. 13, p. 922931, 2022.

SILVA, A. C. D.; TORRES, F. C. Ergoespirometria em atletas paraolímpicos brasileiros. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 8, p. 107-116, 2002.

SMART, T. F. et al. The role of resistance exercise training for improving cardiorespiratory fitness in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. **Age and ageing**, v. 51, n. 6, p. afac143, 2022.

TAYLOR, H. L.; BUSKIRK, E.; HENSCHER, A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. **Journal of applied physiology**, v. 8, n. 1, p. 73-80, 1955.

TRENTO, G. Z. et al. Estudo comparativo de testes de esforço para avaliação da capacidade funcional em um indivíduo com lesão medular. **Revista Contexto & Saúde**, v. 9, n. 16, p. 43-52, 2009.

VAN DER SCHEER, J. W. et al. Assessment of body composition in spinal cord injury: A scoping review. **Plos one**, v. 16, n. 5, p. e0251142, 2021.

WILLIAMS, A. M. et al. Effects of a tailored physical activity intervention on cardiovascular structure and function in individuals with spinal cord injury. **Neurorehabilitation and neural repair**, v. 35, n. 8, p. 692-703, 2021.