

Treinamento resistido como intervenção na reabilitação em pacientes com lesão medular: uma revisão de literatura

The effects of resistance training intervention in the rehabilitation of patients with spinal cord injury: a literature review

Frederico Ribeiro Neto¹, Paulo Gentil¹

RESUMO

Objetivo: analisar os indícios na literatura sobre os efeitos do treinamento resistido como forma de intervenção na reabilitação de pacientes com lesão medular traumática ao longo do tempo. **Método:** Fontes das informações: uma busca sistematizada da literatura em cinco bancos de dados (MEDLINE, LILACS, SciELO, IBECs e Biblioteca Cochrane) foi realizada até agosto de 2010. Seleção dos estudos: estudos observacionais e de intervenção que incluíam treinamento resistido em pessoas com lesão medular traumática. Variáveis analisadas: foram analisados os desfechos de ordem fisiológica (força, potência e capacidade cardiorrespiratória), escalas funcionais (FIM, WISCI, WUSPI e Berg), velocidade de marcha e percepções subjetivas (melhora de funcionalidade e relato de dores ou lesões). **Resultados:** foram encontrados 16 artigos que preencheram os critérios de inclusão. Nenhum encontrou qualquer tipo de prejuízo ou lesão para essa população. Oito estudos avaliaram o VO₂ e detectaram melhoras significativas

entre 10% e 30%. Força e potência foram verificadas em dez estudos, mas a magnitude variou de forma distinta (8% a 34% e 6% a 81%, respectivamente). A análise da resposta favorável do treinamento resistido relacionada com escalas funcionais (FIM, WISCI, WUSPI e Berg) ou com velocidade de marcha ocorreu em três investigações. **Conclusões:** em todos os artigos analisados, as respostas decorrentes da intervenção foram positivas e favoráveis à melhora física e funcional aumentando, conseqüentemente, a independência nas atividades diárias. Os autores sugerem a inclusão do treinamento resistido sistematizado na reabilitação de acordo com a demanda diária do indivíduo em prol de um ganho funcional, prevenção de lesões, melhora da saúde e da qualidade de vida.

Palavras chaves: Traumatismos da Medula Espinal, Terapia por Exercício, Treinamento de Resistência, Reabilitação

ABSTRACT

Objective: to review the evidence in literature on the effects of resistance training intervention in the rehabilitation of patients with spinal cord injury over time. **Method:** Data source: a systematic literature search of five databases (MEDLINE, LILACS, SciELO, IBECs and Cochrane Library) was performed until August 2010. Study selection: observational and intervention studies that included resistance training in people with spinal cord injury. Data extraction: the analyzed outcomes were physiological variables (strength, power and cardiorespiratory capacity), functional scales (FIM, WISCI, WUSPI and Berg), gait speed and subjective perceptions (improved functionality and the reporting of pain or injuries). **Results:** sixteen articles met the inclusion criteria. None reported any damage or injury for this population. Eight studies measured VO₂ and found significant improvements of 10% to 30%. Strength and po-

wer were analyzed in ten studies, but the magnitude varied in different ways (8% to 34% and 6% to 81%, respectively). The analysis of favorable resistance training response relating to functional scales (FIM, WISCI, WUSPI and Berg) or gait speed occurred in three studies. **Conclusion:** In all articles analyzed, responses to intervention were positive and favorable regarding physical improvement and increased functional capacity and, consequently, independence in daily activities. Authors suggest the inclusion of systematic resistance training in rehabilitation, according to the individual's daily need, in favor of functional improvement, injury prevention, improved health and quality of life.

Keywords: Spinal Cord Injuries, Exercise Therapy, Resistance Training, Rehabilitation

¹ Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília - UnB.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Frederico Ribeiro Neto • SHCGN 708 - Bloco M - Casa 22 • Asa Norte, Brasília / DF • Cep 70740-773
E-mail: fredribeironeto@gmail.com

INTRODUÇÃO

Atualmente, existem diversas formas de intervenções na reabilitação de pessoas com lesão medular.¹ Todas, independentemente do seu grau de eficiência, têm como objetivo a independência funcional, aprimorando algum tipo de capacidade física. Muitas, porém, apresentam uma característica mercadológica mais expressiva do que um real benefício efetivo. Dentre as formas de tratamento, o treinamento resistido vem sendo bastante utilizado por proporcionar respostas favoráveis em força, equilíbrio e capacidade aeróbia.²⁻⁷

O aumento da força, mais especificamente, está intimamente relacionado com independência e aquisições funcionais nas atividades diárias.⁸⁻¹² Na população com lesão medular, a força de membros superiores facilita o deslocamento na cadeira de rodas, as transferências e os alívios de pressão.¹³⁻¹⁵ Mesmo em testes de capacidade aeróbia, máximos ou submáximos, para essa população, o principal critério de interrupção é fadiga muscular localizada e não central.^{5,16,17}

Dessa forma, o treinamento de força se faz necessário, pois a diminuição dessa valência física ocorre tanto pelo processo de envelhecimento, quanto pelo desuso.^{5,7} As duas formas ocorrem em indivíduos com lesão medular, os quais possuem uma característica mais sedentária¹⁷⁻²⁰ e com menos adesão às atividades físicas.^{21,22} Assim, a diminuição da força, da massa muscular e o aumento do percentual de gordura são conseqüências da lesão, principalmente, nos três primeiros meses pós-trauma.²³⁻²⁷ Gorgey & Shepherd relataram que, em virtude da atrofia, essa população apresenta aumento da intolerância à glicose, diabetes tipo II, hiperlipidemia, osteoporose, síndrome metabólica e doenças cardiovasculares, além de alterações da composição corporal.²⁸

É importante, por essas razões, verificar como o treinamento resistido vem sendo utilizado nessa população específica. Além disso, outras intervenções são normalmente associadas e as respostas decorrentes do treinamento podem ser distintas. Assim, o presente estudo revisou estudos observacionais e ensaios clínicos randomizados e não-randomizados com o intuito de alcançar os seguintes objetivos: 1) analisar como o treinamento resistido vem sendo utilizado em pacientes com lesão medular ao longo do tempo; 2) avaliar a resposta do treinamento resistido com relação à independência funcional; 3) verificar a associação do treinamento de força com outras intervenções em reabilitação; 4) averiguar possí-

veis complicações decorrentes do treinamento resistido em indivíduos com lesão medular.

A hipótese do presente estudo é que o treinamento de força aumenta a independência funcional nas atividades de vida diária e não gera qualquer tipo de prejuízo em pacientes com lesão medular, mesmo quando associado com outras intervenções.

MÉTODO

Estratégia de busca

A busca foi realizada até agosto de 2010 nos seguintes bancos de dados: MEDLINE, LILACS, SciELO, IBICS e Biblioteca Cochrane. As palavras chaves utilizadas foram ((“Spinal Cord Injuries”[Mesh] OR “Paraplegia”[Mesh] OR “Quadriplegia”[Mesh]) AND (“Resistance Training”[Mesh] OR “Weight Lifting”[Mesh] OR “resistance exercise” OR “strength training” OR “strength exercise” OR “weight training”)). Todos os artigos sobre treinamento resistido em lesão medular citados nas referências bibliográficas dos estudos rastreados nos bancos de dados também foram considerados.

Todos os artigos foram analisados por apenas um avaliador e não foi realizada uma qualificação padronizada dos artigos.

Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão para esse estudo foram: 1) amostra composta de pacientes com lesão medular traumática; 2) utilização de treinamento resistido como intervenção. Seguiu-se a seguinte definição para treinamento resistido: exercícios nos quais ocorrem contrações voluntárias da musculatura esquelética de um determinado segmento corporal contra alguma resistência ex-

terna, ou seja, contra uma força que se opõe ao movimento, sendo que essa oposição pode ser oferecida pela própria massa corporal, por pesos livres ou por outros equipamentos, como aparelhos de musculação, elásticos, ou resistência manual;²⁹ 3) artigos em inglês ou português.

Os critérios de exclusão foram: 1) treinamento aeróbio ou respiratório como única intervenção; 2) amostra com menores de 18 anos.

Em revisão sistemática prévia sobre métodos de intervenção, foram considerados apenas ensaios clínicos randomizados em inglês.¹

RESULTADOS

Características da Revisão Bibliográfica

Quarenta artigos foram encontrados nos bancos de dados. Do total, 31 foram retirados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão após a leitura do título e resumo e, se necessário, da metodologia (Figura 1). Os nove estudos restantes foram lidos e suas referências bibliográficas avaliadas, acrescentando-se mais sete. Por fim, 16 investigações foram analisadas sobre treinamento resistido ativo em lesão medular (Tabela 1).

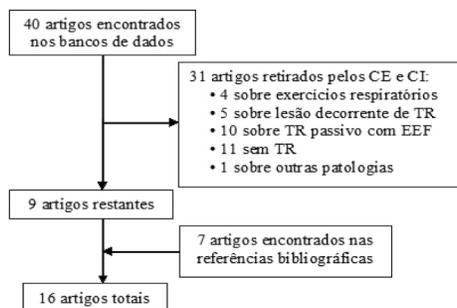
Características dos estudos

Dez artigos realizaram uma abordagem teste re-teste sem grupo controle^{20,22,30-36} e dois compararam dois métodos distintos de treinamento.^{37,38} Três estudos utilizaram grupo controle,^{12,39,40} sendo que dois deles utilizaram o membro contralateral para comparação.^{39,40}

Uma investigação foi transversal, pois foram analisadas as variáveis metabólicas de forma pontual no tempo, muito embora tenham sido realizadas 12 semanas de treinamento resistido.⁴¹ Houve, também, um estudo de caso.²⁸

Participantes

Um total de 255 indivíduos, com idade entre 19 a 66 anos e tempo de lesão entre 0,4 a 38,0 anos participou das investigações. Três artigos não forneceram o gênero da amostra estudada.^{22,30,40} Baseado nas informações disponíveis, foram avaliados 152 homens e 27 mulheres (em 76 indivíduos não foi reportado o gênero). O nível motor da lesão medular, segundo o ASIA,⁴² variou de C4 a L2, sendo que quatro envolveram apenas tetraplégicos,^{38-40,43} seis somente paraplégicos^{20,32,33,35,37,41} e seis os dois grupos.^{12,22,30,31,34,36} relação ao grau de comprometimento (AIS), seis foram exclusivamente com lesões completas (A) e dez variando entre A a D. Dez estudos foram realizados nos Esta-



CE: critério de exclusão; CI: critério de inclusão;
TR: treinamento resistido; EEF: estimulação elétrica funcional.

Figura 1 - Artigos excluídos e incluídos na revisão bibliográfica

Tabela 1 - Resumo dos 16 artigos incluídos

| Autores | Nível Motor (AIS) | Tempo lesão (anos) | n | Idade (anos) | Exercício | Sem. | Séries | Rep. | Int. | Dias por semana | Resultados |
|--|-------------------|--------------------|--------------|--------------|---|------|--------|--------|-----------|-----------------|---|
| Nilson S, et al. (1975) ³⁰ | C6 a L1 | 4,0 a 19,0 | 7 | 22 a 50 | (3 x 4' de CB) + PT + TC + BC + AB + arremesso de medicine ball | 7 | - | - | - | 3 | ↑ do VO2 (12,0%; p < 0,025) ↑ na eficiência mecânica (9,0%; p < 0,005) |
| Cooney M, Walker J. (1986) ³¹ | C5/6 a T12/L1 | 2,0 a 9,0 | 10 (6H; 4M) | 20 a 39 | Resistência hidráulica: PT e CT (2 exercícios de cada) | 9 | 3 a 4 | ≈ 45" | 40" a 60" | 3 | ↑ do VO2 (28,1%; p < 0,01) ↑ de potência (36,7%; p < 0,01) |
| Curtis K, et al. (1999) ¹² | Abaixo de C5 | 14,0 | 42 (35H; 7M) | 35,0 | 2 alongamentos da região anterior do ombro + TR com elásticos (CT + OB + RE) | 27 | 3 | 15 | - | - | ↑ WUSPI em 39,3% no grupo intervenção ↑ WUSPI em 2,0% no grupo controle |
| Nash M, et al. (2001) ³³ | T6 a L1 (A) | 4,8 | 5 (5H; 0M) | 34 a 43 | Treino em circuito: OB + CT + (2' de CB) + PT + BC + (2' de CB) + CT + PT + (2' de CB) | 12 | 3 | 10 | 0" | 3 | ↑ do VO2 (30,3%; p < 0,01) ↑ de potência (30,4%; p < 0,05) Sem alteração em CoIT (p > 0,05) ↑ LDL-C (25,9%; p < 0,05) ↑ HDL-C (9,8%; p < 0,05) |
| Jacobs P, et al. (2001) ³² | T5 a L1 (A) | 7,3 | 10 (10H; 0M) | 39,4 | Treino em circuito: OB + CT + (2' de CB) + PT + BC + (2' de CB) + CT + PT + (2' de CB) | 12 | 3 | 10 | 0" | 3 | ↑ do VO2 (29,7%; p < 0,01) ↑ do tempo até a fadiga (30,8%; p < 0,01) ↑ de potência (16,1%; p < 0,05) ↑ força isoinercial (11,9 a 30,0%; p < 0,01) ↑ da força isocinética (p < 0,05) |
| Jacobs P, et al. (2002) ⁴¹ | T5 a T12 (A) | 6,0 | 6 (6H; 0 M) | 35,7 | Treino em circuito: OB + CT + (2' de CB) + PT + BC + (2' de CB) + CT + PT + (2' de CB) | 12 | 3 | 10 | 0" | 3 | FCméd: 178 (± 15) bpm Potência: 717 (± 147) kpm VO2: 23,7 (± 2,95) ml/kg/min QR: 1,14 (± 0,03) |
| Nash M, et al. (2002) ³⁷ | T4 a L1 (A) | 5,4 | 17 (16H; 1M) | 20 a 45 | 2 grupos com treino em circuito: 1) 50% de 1 RM em máquinas; 2) Mesmos exercícios com elásticos | 2 | 3 | - | 0" | 3 | Sem diferença significativa em VO2pico e FCpico entre os dois grupos estudados ↑ percepção de esforço: grupo 2 (p < 0,05) |
| Hicks A, et al. (2003) ²² | C4 a L1 (A a D) | 1,0 a 24,0 | 34 | 19 a 65 | CB (30' a 40'; 70% da FCmáx) + exercícios de MMSS com 70 a 80% de 1 RM | 40 | 3 | - | - | 2 | ↑ da potência (81,0%; p < 0,05) ↑ da força (19,0 a 34,0%; p < 0,05) Relato de melhora de dor, estresse e depressão |
| Hartkopp A, et al. (2003) ³⁸ | C5/6 (A) | 4,0 a 38,0 | 12 (10H; 2M) | 29 a 55 | 2 grupos com extensão de punho + EEF: 1) 30 Hz; 2) 15 Hz. Lado contralateral: controle | 12 | 30 | 7" | 10" | 5 | ↑ do torque voluntário máx. no grupo 30 Hz ↑ da resistência à fadiga em ambos grupos ↑ do tempo de recuperação de fosfocreatina no grupo 30 Hz (52%) |
| Gregory C, et al. (2007) ³⁴ | C5 a T4 (D) | 1,6 | 3 (3H; 0M) | 22 a 31 | (70 a 85% de 1 RM: LP unilateral; EJ; FJ; EQ; FQ; FP) + treinamento pliométrico no LP | 12 | 2 a 3 | 6 a 12 | - | 2 a 3 | ↑ do torque em EJ e FP (28,9% e 35,0%) ↑ da velocidade de marcha auto-selecionada (34,7%) ↑ da velocidade máxima de marcha (36,1%) ↑ da ST de EJ e FP (14,2% e 8,3%) |
| Nash M, et al. (2007) ²⁰ | T5 a T12 (A e B) | 13,1 | 7 (7H; 0M) | 39 a 58 | Treino em circuito: OB + CT + (2' de CB) + PT + BC + (2' de CB) + CT + PT + (2' de CB) | 16 | 3 | 10 | 0" | 3 | ↑ do VO2 (10,4%; p = 0,01) ↑ da força (11,9 a 30,0%; p < 0,001) ↑ do pico de potência (6,0%; p < 0,05) ↑ das dores em ombro (84,3%; p = 0,008) |
| Glinsky J, et al. (2008) ³⁹ | C4 a C7 (A a D) | 0,4 a 1,0 | 31 (27H; 0M) | 37 a 47 | Extensão/flexão punhos. Placebo: contralateral | 8 | 3 | 10 | 1' a 3' | 3 | ↑ da força média inicial (8,0%; p < 0,001) Sem alteração na percepção de funcionalidade nas mãos |
| Glinsky J, et al. (2009) ⁴⁰ | C4 a C7 (A a D) | 0,5 | 32 | 38,0 | Extensão/flexão punhos. Placebo: contralateral | 8 | 6 | 10 | 1' a 3' | 3 | ↑ de força e resistência (p > 0,05) |
| Jacobs P. (2009) ³⁵ | T6 a T10 (A) | - | 18 (12H; 6M) | 31,3 | 6 exercícios de MMSS com 60% a 70% de 1 RM | 12 | 3 | 10 | - | 3 | ↑ do VO2 (15,1%; p < 0,05) ↑ da força muscular (p < 0,05) ↑ da potência (15,6%; p < 0,05) |
| Gorgey A, et al. (2010) ²⁸ | C5/6 (D) | 17,0 | 1 (1H; 0M) | 66,0 | EJ com sobrecarga + marcha em esteira com sustentação do corpo | 10 | 4 | 10 | 2' | 2 | ↑ da velocidade de marcha (200%) ↑ escala FIM de 3 para 6 ↑ escala Berg de 11 para 41 ↑ do índice WISCI de 1 para 10 |
| Harvey L, et al. (2010) ³⁶ | C5 a L2 (C e D) | 3,0 | 20 (14H; 6M) | 39,0 | EJ: EEF com sobrecarga nos tornozelos | 8 | 12 | 10 | 2' a 3' | 3 | ↑ de força comparado ao controle Sem alteração em resistência Dúvidas: efetividade clínica da EEF + treinamento resistido |

dos Unidos,^{12,20,28,31-35,37,41} três na Austrália,^{36,39,40} e na Noruega, Canadá e Dinamarca, foi publicado um estudo em cada (Tabela 1).^{30,36,38}

Intervenções

Exercícios, implementos e metodologias

Oito artigos utilizaram o cicloergômetro de braço no início das sessões de treinamento ou inserido entre os exercícios.^{9,20,22,30,32,33,37,41} A estimulação elétrica funcional (EEF) foi associada com o treinamento resistido em três estudos^{36,38,40} e o alongamento em apenas um¹² (Tabela 1).

Máquinas com pesos ou pesos livres foram os meios de intervenção mais utilizados.^{20,22,28,30,32-41} Os elásticos foram utilizados em dois estudos^{18,37} e máquinas hidráulicas em apenas um¹² (Tabela 1).

O treinamento em circuito foi executado em seis artigos,^{20,32,33,35,37,41} intervalado em nove^{12,22,28,30,31,34,36,38-40} e a pliometria em apenas um.³⁴ Treze intervenções treinaram apenas membros superiores^{12,20,22,30-33,35,37-41} e três, membros inferiores^{28,34,36} (Tabela 1).

Variáveis de controle do treinamento

Os indivíduos com lesão medular treinaram, em média, 13 semanas (variação entre 2 a 40), 4 séries (entre 2 a 12), 10 repetições (entre 9 a 15), com 1 minuto de intervalo (entre 0 a 3) e 3 vezes por semana (entre 2 a 5) (Tabela 1).

Variáveis mensuradas

Em apenas duas situações não houve resultado estatisticamente significativo e favorável ao treinamento resistido dentre todos os desfechos avaliados após o tempo de intervenção. No primeiro artigo, não houve aumento na percepção de melhora da funcionalidade das mãos³⁹ e no segundo, não houve alteração do colesterol total.³³ Porém, nesse último, o HDL aumentou significativamente em 9,8% e o LDL reduziu em 25,9% ($p < 0,05$)³³ (Tabela 1).

Dos dezesseis estudos, seis averiguaram se houve complicações decorrentes do treinamento resistido em indivíduos com lesão medular.^{20,30-32,37,40} Nenhum encontrou qualquer tipo de prejuízo ou lesão para essa população.

A variável mais avaliada foi o VO_2 . Ela foi medida em metade dos artigos com aumentos significativos após a intervenção entre 10% a 30%^{20,30-33,35,37,41} Força e potência foram verificadas em dez estudos, mas a magnitude variou de forma distinta (8% a 34% e 6% a 81%, respectivamente)^{20,22,31-33,35,36,39-41} (Tabela 1).

A análise da resposta do treinamento resistido relacionada com escalas funcionais (FIM, WISCI, WUSPI e Berg) ou com velocidade de marcha ocorreu em três investigações.^{12,28,34} Todas favoreceram a independência funcional dos avaliados (Tabela 1).

DISCUSSÃO

Essa revisão bibliográfica de 16 estudos sugere que o treinamento de força é uma intervenção favorável à reabilitação de pacientes com lesão medular.

Tanto para populações saudias, quanto especiais, o treinamento resistido vem sendo recomendado por aumentar desempenho, prevenir lesões e melhorar a saúde geral.^{10,44}

Em lesão medular, foi evidenciado que o desequilíbrio muscular está relacionado com dores no ombro, sendo comum em paraplégicos⁴⁵ e tetraplégicos.⁴⁶ Assim, em 2005 foi publicado um conjunto de diretrizes que recomenda o treinamento de força para minimizar os riscos de lesões em ombro em indivíduos com lesão medular.¹⁰ Em suas orientações, foi indicado que se realizasse uma série de oito a doze repetições para os maiores grupos musculares (oito a dez exercícios), duas a três vezes por semana.

Muito embora os artigos estudados nessa revisão bibliográfica não verificassem apenas dores nos ombros, o volume total médio dos treinos realizados foi maior que o estabelecido nas diretrizes. Apesar do valor médio das repetições e a frequência semanal coincidirem com o estabelecido, a quantidade média de séries foi de três a quatro vezes maior.

Os artigos incluídos nesse estudo demonstram o aumento de aptidões físicas e funcionais em indivíduos com lesão medular como, por exemplo, capacidade cardiovascular,^{20,30-33,35,37,41} potência,^{20,22,31-33,35,41} força,^{20,22,32,35,36,39,40} desempenho na marcha,^{28,34} fatores psicossociais²² e em escalas de independência.^{12,28} Porém, possivelmente a magnitude dos valores dos desfechos estudados tende a ser aumentada, pois quanto menos treinado for um indivíduo, maior será o percentual de ganho nas aptidões físicas.⁴⁷ Muito embora não tenha sido referido o estado de condicionamento físico inicial da amostra, indivíduos com lesão medular normalmente apresentam um comportamento mais sedentário¹⁷⁻¹⁹ e com menos adesão às atividades físicas.^{22,48}

As respostas do treinamento para a população com lesão medular ainda podem ser diferentes de acordo com a região e extensão do comprometimento da lesão. As alterações no sistema nervoso autônomo e na massa muscular modificam consideravelmente as características metabólicas e funcionais a depender do nível do trauma medular.⁴⁹⁻⁵³ A sobrecarga de membros superiores, por exemplo, é potencializada nas atividades diárias, aumentando a prevalência de dores em ombros.^{12,20,54-56} Assim, as intervenções utilizadas nos processos

de reabilitação devem enfatizar as possíveis melhoras, considerando as alterações morfo-funcionais, além das especificidades fisiológicas geradas pelo trauma.

Em 2009, Harvey et al, realizaram uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados nas principais bases de dados até 2007 sobre diferentes métodos de intervenção na reabilitação em lesão medular.¹ Apenas dois estudos sobre treinamento resistido foram encontrados com respostas inconclusivas, apesar de existir diferença estatística nos desfechos estudados.^{22,38} Em nossa busca, foi localizado um total de 16 estudos, sendo que nove deles antes de 2007.

As metodologias de treinamento realizadas nos artigos analisados possuíam variáveis de controle diferenciadas, mas não alteraram demasiadamente entre 1975 e 2010. Em média, a duração foi de 13 semanas com três sessões semanais. Um grupo de pesquisa americano publicou seis artigos sobre o treinamento em circuito nessa população específica com respostas positivas em VO_2 , potência, força, dislipidemias e dores em ombros^{20,32,33,35,37,41} Respostas similares foram encontradas em população hígida.⁵⁷⁻⁵⁹

O treino intervalado, com descanso entre 1 a 3 minutos e 10 repetições, em média, foi outra metodologia utilizada.^{12,22,28,34,36,39,40} Essas características estão associadas com ganho de força e de massa muscular,⁶⁰ muito embora respostas positivas também foram evidenciadas no VO_2 .⁴ O aumento de independência nas atividades diárias ocorre nesse tipo de intervenção na reabilitação, pois, a hipertrofia muscular está associada com uma melhora de aquisições funcionais como, por exemplo, a marcha.³⁴ Um aumento da massa muscular (efetor ampliado) é um dos fatores que sugere maior geração de torque, independente do padrão de ativação.³⁴ Somado a isso, todos os estudos em que escalas funcionais foram utilizadas reportaram uma melhora em sua avaliação final.^{12,28,34}

Fica evidente, porém, que alguns artigos utilizaram apenas um grupo muscular como punhos^{39,40} ou quadríceps^{28,36} para ganhos funcionais específicos. A utilização dessa padronização de treinamento deve ser estudada adequadamente em toda a musculatura preservada para constatar os reais benefícios nessa população.

Em musculaturas parcialmente preservadas, a estimulação elétrica funcional (EEF) foi abordada em três estudos.^{36,38,40} Os benefícios dessa técnica foram demonstrados com aumento de VO_2 em cicloergômetro e da secção transversa muscular, além da diminuição do percentual de gordura intramuscular em pesos com lesão medular.^{43,50,61-63} Apesar dos ganhos demonstrados, a EEF não havia sido

analisada em associação com movimentação ativa em treinamento resistido. Em população hígida, Ikai e Yabe já haviam demonstrado que o estímulo elétrico de um músculo fatigado por contrações voluntárias resulta num aumento da produção de tensão.⁶⁴ Não se sabe, todavia, quais são os efeitos e consequências da estimulação elétrica funcional em longo prazo, principalmente relacionada ao aumento da espasticidade. De forma aguda, os estudos que avaliaram possíveis intercorrências, dentre elas a espasticidade, não relataram complicações ou qualquer tipo de lesão.^{20,30-32,37,39}

Mais estudos são necessários com intuito de verificar a influência de outras metodologias de treinamento na independência nas atividades de vida diária, prevalência e incidência de dores no ombro, saúde e qualidade de vida em indivíduos com lesão medular. Além disso, as capacidades físicas que realmente devem ser treinadas, de acordo com demanda muscular gerada pós-trauma medular, e a consequente manipulação das variáveis de controle treinamento, são lacunas ainda não totalmente estudadas para essa população específica.

Limitações do estudo

A primeira limitação é decorrente da ausência de uma comparação adequada entre os estudos por dois ou mais avaliadores, pois não há uma análise estatística entre eles. Essa apreciação, denominada metanálise, que consiste na parte final e quantitativa de um delineamento revisão sistemática,^{21,65} possibilita a determinação do real tamanho do efeito, clínico ou estatístico, entre as intervenções utilizadas.

O fato de não restringirmos a busca em apenas ensaios clínicos randomizados diminui a validade interna e externa dos artigos estudados devido a limitações metodológicas distintas. Dentre elas, está a ausência dos critérios de seleção, de fontes, dos métodos e randomização da amostra, dos períodos das pesquisas, de grupos controle e de fatores confundidores que possam interferir nos resultados.⁶⁶⁻⁶⁸ Dessa forma, a análise dos resultados encontrados não pode ser feita indiscriminadamente, pois são indícios da resposta de desfechos em decorrência de uma intervenção e não verdades concretizadas.

Algumas dessas limitações, porém, foram mais frequentes nos 16 estudos analisados. A ausência de mascaramento tanto da amostra quanto dos avaliadores, por sua vez, ocorreu em todos os artigos. Entretanto, esse viés é inerente da natureza da maioria dos estudos de intervenção. Em sua revisão sistemática, Harvey et al. comentam sobre esse mesmo aspecto não somente em treinamento resistido, como também nos outros tipos de intervenções utilizados na reabilitação.¹

As amostras de estudos em populações específicas, normalmente, são mais reduzidas devido à restrição na quantidade de indivíduos. Entretanto, uma amostra reduzida impede uma adequada generalização dos resultados obtidos para a população total e aumenta a chance de incorrerem num erro de tipo II, ou seja, encontrar igualdades irreais. Um maior número de participantes seria mais interessante, aumentando a consistência dos resultados. Na atual revisão, oito estudos apresentaram amostra igual ou inferior a dez pacientes.^{20,28,30-34,41}

Ainda sobre a amostra, os pacientes incluídos foram voluntariados e não aleatórios. Essa forma de inclusão facilita acrescentar indivíduos no estudo, porém não se pode afirmar o quanto essa amostra é representativa comparada à população total em relação aos aspectos sociais, culturais, físicos, dentre outros.⁶⁹

CONCLUSÃO

Essa Revisão Bibliográfica encontrou 16 estudos que utilizaram o treinamento resistido como forma de intervenção na reabilitação em pessoas com lesão medular. Em todos os artigos analisados, as respostas decorrentes da intervenção foram positivas e favoráveis à melhora física e funcional aumentando, consequentemente, a independência nas atividades diárias. Além disso, não foi reportado qualquer tipo de lesão e as metodologias de treinamento não variaram demasiadamente ao longo do tempo. O cicloergômetro de braço, alongamento e estimulação elétrica funcional foram as intervenções associadas.

Os autores sugerem a inclusão do treinamento resistido sistematizado na reabilitação de acordo com a demanda diária do indivíduo em prol de um ganho funcional, prevenção de lesões, melhora da saúde e da qualidade de vida.

Mais estudos devem ser realizados com metodologias distintas avaliando uma variedade maior de desfechos. Adaptações que possibilitem um treinamento resistido mais eficiente também devem ser desenvolvidas para diminuir as dificuldades e limitações inerentes aos comprometimentos específicos de cada lesão medular.

REFERÊNCIAS

1. Harvey LA, Lin CW, Glinsky JV, De Wolf A. The effectiveness of physical interventions for people with spinal cord injuries: a systematic review. *Spinal Cord*. 2009 Mar;47(3):184-95.
2. McCarthy JP, Pozniak MA, Agre JC. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(3):511-9.

3. Kraemer WJ, Patton JF, Gordon SE, Harman EA, Deschenes MR, Reynolds K, et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *J Appl Physiol*. 1995;78(3):976-89.
4. Bryner RW, Ullrich IH, Sauers J, Donley D, Hornsby G, Kolar M, et al. Effects of resistance vs. aerobic training combined with an 800 calorie liquid diet on lean body mass and resting metabolic rate. *J Am Coll Nutr*. 1999;18(2):115-21.
5. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3 ed. Barueri: Manole, 2000.
6. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
7. Wilmore JH, Costill DL, Kenney WL. Fisiologia do esporte e do exercício. Barueri: Manole; 2010.
8. Chan KM, Amirjani N, Sumrain M, Clarke A, Stroschein FJ. Randomized controlled trial of strength training in post-polio patients. *Muscle Nerve*. 2003;27(3):332-8.
9. Janssen TW, van Oers CA, Hollander AP, Veeger HE, van der Woude LH. Isometric strength, sprint power, and aerobic power in individuals with a spinal cord injury. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25(7):863-70.
10. Paralyzed Veterans of America Consortium for Spinal Cord Medicine. Preservation of upper limb function following spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care professionals. *J Spinal Cord Med*. 2005;28(5):434-70.
11. Davis GM, Shephard RJ. Strength training for wheelchair users. *Br J Sports Med*. 1990;24(1):25-30.
12. Curtis KA, Tyner TM, Zachary L, Lentell G, Brink D, Didyk T, et al. Effect of a standard exercise protocol on shoulder pain in long-term wheelchair users. *Spinal Cord*. 1999;37(6):421-9.
13. Mulroy SJ, Gronley JK, Newsam CJ, Perry J. Electromyographic activity of shoulder muscles during wheelchair propulsion by paraplegic persons. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77(2):187-93.
14. Perry J, Gronley JK, Newsam CJ, Reyes ML, Mulroy SJ. Electromyographic analysis of the shoulder muscles during depression transfers in subjects with low-level paraplegia. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77(4):350-5.
15. Reyes ML, Gronley JK, Newsam CJ, Mulroy SJ, Perry J. Electromyographic analysis of shoulder muscles of men with low-level paraplegia during a weight relief raise. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(5):433-9.
16. Bar-On ZH, Nene AV. Relationship between heart rate and oxygen uptake in thoracic level paraplegics. *Paraplegia*. 1990;28(2):87-95.
17. Figoni SF. Exercise responses and quadriplegia. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25(4):433-41.
18. Dearwater SR, LaPorte RE, Robertson RJ, Brenes G, Adams LL, Becker D. Activity in the spinal cord-injured patient: an epidemiologic analysis of metabolic parameters. *Med Sci Sports Exerc*. 1986;18(5):541-4.
19. Mukherjee G, Samanta A. Energy cost and locomotor performance of the low-cost arm-lever-propelled three-wheeled chair. *Int J Rehabil Res*. 2001;24(3):245-9.
20. Nash MS, van de Ven I, van Elk N, Johnson BM. Effects of circuit resistance training on fitness attributes and upper-extremity pain in middle-aged men with paraplegia. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(1):70-5.
21. Davies HT, Crombie IK. Getting to grips with systematic reviews and meta-analyses. *Hosp Med*. 1998;59(12):955-8.
22. Hicks AL, Martin KA, Ditor DS, Latimer AE, Craven C, Bugaresti J, et al. Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being. *Spinal Cord*. 2003;41(1):34-43.
23. Mojtabehi MC, Valentine RJ, Evans EM. Body composition assessment in athletes with spinal cord injury: comparison of field methods with dual-energy X-ray absorptiometry. *Spinal Cord*. 2009;47(9):698-704.

24. Kocina P. Body composition of spinal cord injured adults. *Sports Med.* 1997;23(1):48-60.
25. Jones LM, Goulding A, Gerrard DF. DEXA: a practical and accurate tool to demonstrate total and regional bone loss, lean tissue loss and fat mass gain in paraplegia. *Spinal Cord.* 1998;36(9):637-40.
26. Maggioni M, Bertoli S, Margonato V, Merati G, Veicsteinas A, Testolin G. Body composition assessment in spinal cord injury subjects. *Acta Diabetol.* 2003;40 Suppl 1:S183-6.
27. Spungen AM, Bauman WA, Wang J, Pierson RN, Jr. Measurement of body fat in individuals with tetraplegia: a comparison of eight clinical methods. *Paraplegia.* 1995;33(7):402-8.
28. Gorgey AS, Shepherd C. Skeletal muscle hypertrophy and decreased intramuscular fat after unilateral resistance training in spinal cord injury: case report. *J Spinal Cord Med.* 2010;33(1):90-5.
29. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. Porto Alegre: Artmed; 2006.
30. Nilsson S, Staff PH, Pruett ED. Physical work capacity and the effect of training on subjects with long-standing paraplegia. *Scand J Rehabil Med.* 1975;7(2):51-6.
31. Cooney MM, Walker JB. Hydraulic resistance exercise benefits cardiovascular fitness of spinal cord injured. *Med Sci Sports Exerc.* 1986;18(5):522-5.
32. Jacobs PL, Nash MS, Rusinowski JW. Circuit training provides cardiorespiratory and strength benefits in persons with paraplegia. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(5):711-7.
33. Nash MS, Jacobs PL, Mendez AJ, Goldberg RB. Circuit resistance training improves the atherogenic lipid profiles of persons with chronic paraplegia. *J Spinal Cord Med.* 2001;24(1):2-9.
34. Gregory CM, Bowden MG, Jayaraman A, Shah P, Behrman A, Kautz SA, et al. Resistance training and locomotor recovery after incomplete spinal cord injury: a case series. *Spinal Cord.* 2007;45(7):522-30.
35. Jacobs PL. Effects of resistance and endurance training in persons with paraplegia. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(5):992-7.
36. Harvey LA, Fornusek C, Bowden JL, Pontifex N, Glinesky J, Middleton JW, et al. Electrical stimulation plus progressive resistance training for leg strength in spinal cord injury: a randomized controlled trial. *Spinal Cord.* 2010;48(7):570-5.
37. Nash MS, Jacobs PL, Woods JM, Clark JE, Pray TA, Pumarejo AE. A comparison of 2 circuit exercise training techniques for eliciting matched metabolic responses in persons with paraplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(2):201-9.
38. Hartkopp A, Harridge SD, Mizuno M, Ratkevicius A, Quistorff B, Kjaer M, et al. Effect of training on contractile and metabolic properties of wrist extensors in spinal cord-injured individuals. *Muscle Nerve.* 2003;27(1):72-80.
39. Glinesky J, Harvey L, Kortzen M, Drury C, Chee S, Gandevia SC. Short-term progressive resistance exercise may not be effective at increasing wrist strength in people with tetraplegia: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother.* 2008;54(2):103-8.
40. Glinesky J, Harvey L, van Es P, Chee S, Gandevia SC. The addition of electrical stimulation to progressive resistance training does not enhance the wrist strength of people with tetraplegia: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2009;23(8):696-704.
41. Jacobs PL, Mahoney ET, Nash MS, Green BA. Circuit resistance training in persons with complete paraplegia. *J Rehabil Res Dev.* 2002;39(1):21-8.
42. Marino RJ, Barros T, Biering-Sorensen F, Burns SP, Donovan WH, Graves DE, et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2003;26 Suppl 1:S50-6.
43. Gorgey AS, Poarch H, Miller J, Castillo T, Gater DR. Locomotor and resistance training restore walking in an elderly person with a chronic incomplete spinal cord injury. *NeuroRehabilitation.* 2010;26(2):127-33.
44. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.
45. Burnham RS, May L, Nelson E, Steadward R, Reid DC. Shoulder pain in wheelchair athletes. The role of muscle imbalance. *Am J Sports Med.* 1993;21(2):238-42.
46. Miyahara M, Sleivert GG, Gerrard DF. The relationship of strength and muscle balance to shoulder pain and impingement syndrome in elite quadriplegic wheelchair rugby players. *Int J Sports Med.* 1998;19(3):210-4.
47. Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 6 ed. Barueri: Manole, 2009.
48. Davis G, Plyley MJ, Shephard RJ. Gains of cardiorespiratory fitness with arm-crank training in spinally disabled men. *Can J Sport Sci.* 1991;16(1):64-72.
49. Glaser RM, Sawka MN, Wilde SW, Woodrow BK, Suryaprasad AG. Energy cost and cardiopulmonary responses for wheelchair locomotion and walking on tile and on carpet. *Paraplegia.* 1981;19(4):220-6.
50. Astorino TA, Harness ET. Substrate metabolism during exercise in the spinal cord injured. *Eur J Appl Physiol.* 2009;106(2):187-93.
51. Lin VW, Cardenas DD, Cutter NC, Frost FS, Hammond MC, Lindblom LB, et al. Spinal cord medicine: principles and practice. New York: Demos Medical; 2003.
52. Lianza S. Medicina da reabilitação. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
53. Levine A, Garfin SR, Eismont F, Zigler JE, eds. Spine Trauma. Philadelphia: W.B. Saunders; 1998.
54. Boninger ML, Souza AL, Cooper RA, Fitzgerald SG, Koontz AM, Fay BT. Propulsion patterns and pushrim biomechanics in manual wheelchair propulsion. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(5):718-23.
55. Requejo PS, Lee SE, Mulroy SJ, Haubert LL, Bontrager EL, Gronley JK, et al. Shoulder muscular demand during lever-activated vs pushrim wheelchair propulsion in persons with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2008;31(5):568-77.
56. Van Drongelen S, Groot S, Veeger HE, Angenot EL, Dallmeijer AJ, Post MW, et al. Upper extremity musculoskeletal pain during and after rehabilitation in wheelchair-using persons with a spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2006;44(3):152-9.
57. Allen TE, Byrd RJ, Smith DP. Hemodynamic consequences of circuit weight training. *Res Q.* 1976;47(3):229-306.
58. Kimura Y, Itow H, Yamazaki S. The effects of circuit weight training on VO2max and body composition of trained and untrained college men. *Nippon Seirigaku Zasshi.* 1981;43(12):593-6.
59. Wilmore JH, Parr RB, Girandola RN, Ward P, Vodak PA, Barstow TJ, et al. Physiological alterations consequent to circuit weight training. *Med Sci Sports.* 1978;10(2):79-84.
60. Gentil P. Bases científicas do treinamento de hipertrofia. Rio de Janeiro: Sprint; 2005.
61. Bickel CS, Slade JM, Haddad F, Adams GR, Dudley GA. Acute molecular responses of skeletal muscle to resistance exercise in able-bodied and spinal cord-injured subjects. *J Appl Physiol.* 2003;94(6):2255-62.
62. Dudley GA, Castro MJ, Rogers S, Apple DF, Jr. A simple means of increasing muscle size after spinal cord injury: a pilot study. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1999;80(4):394-6.
63. Mahoney ET, Bickel CS, Elder C, Black C, Slade JM, Apple D Jr, et al. Changes in skeletal muscle size and glucose tolerance with electrically stimulated resistance training in subjects with chronic spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(7):1502-4.
64. Ikai M, Yabe K. Training effect of muscular endurance by means of voluntary and electrical stimulation. *Int Z Angew Physiol.* 1969;28(1):55-60.
65. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ.* 2009;339:b2535.
66. Von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gotsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening of Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Lancet.* 2007;370(9596):1453-7.
67. Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomized trials. *BMJ.* 2010;340:c332.
68. Vintzileos AM, Ananth CV. How to write and publish an original research article. *Am J Obstet Gynecol.* 2010 Apr;202(4):344.e1-6.
69. Aitken CG. Sampling: how big a sample? *J Forensic Sci.* 1999;44(4):750-60.