

# Os Benefícios dos Exercícios Resistidos na Melhoria da Capacidade Funcional e Saúde dos Paraplégicos



ARTIGO DE REVISÃO

## Benefits of Resistance Training in the Improvement of Functional Capacity and Health of Paraplegics

Luciana Campos Mutti<sup>1</sup>  
Belmiro Freitas de Salles<sup>1</sup>  
Adriana Lemos<sup>1</sup>  
Roberto Simão<sup>1</sup>

1. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola de Educação Física e Desportos – RJ – Brasil.

### Endereço para correspondência:

Belmiro Freitas de Salles  
Escola de Educação Física e Desportos – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Departamento de Ginástica. Av. Pau Brasil, 540. Ilha do Fundão. Rio de Janeiro. 21941-590.  
E-mail: belmirosalles@uerj.br

### RESUMO

Os exercícios resistidos (ER) têm-se mostrado como um dos recursos efetivos para a promoção da saúde e melhoria da capacidade funcional de paraplégicos. Entretanto, o número limitado de estudos sobre a influência dos ER para tal população, acaba por limitar as possibilidades de utilização desta prática. O principal objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sobre os benefícios dos ER na melhoria da capacidade funcional e saúde dos paraplégicos. Para tanto, foi realizada uma pesquisa na base de dados do Lilacs, Medline, SportDiscus, SciELO e Scholar Google com o intuito de selecionar as evidências científicas. Os estudos revisados demonstraram que programas de ER são capazes de promover benefícios psicológicos, sociais e físicos, dentre eles a melhoria da aderência ao exercício, melhoria dos níveis de força, resistência e potência, aumento do metabolismo e da melhoria do perfil lipídico aterogênico, e a redução de dores nos ombros em paraplégicos. Os ER são benéficos e até mesmo necessários para manter a capacidade funcional e saúde nesta população.

**Palavras-chave:** exercício, condicionamento, desempenho, saúde, incapacidade.

### ABSTRACT

Resistance training (RT) has been one effective device for health promotion and improvement of functional capacity of paraplegics. However, the limited number of studies on the influence of RT for this population somehow restricts the possibilities for application of this practice. The aim of this study was to carry on a review on the benefits of RT in the functional capacity and health improvement of paraplegics. Thus, LILACS, MEDLINE, SportDiscus, Scielo, and Scholar Google databases were researched with the purpose to select the scientific evidence. The studies revised here had demonstrated that RT programs can promote physical, psychological and social benefits, among which, exercise engagement, strength, endurance and power improvement, atherogenic profile and metabolism increase, as well as reduction of shoulder pain in paraplegics. RT is beneficial and even necessary to maintain the functional capacity and health in this population.

**Keywords:** exercise, fitness, performance, health, disability.

## INTRODUÇÃO

Os exercícios resistidos (ER) têm-se tornado objeto de investigação científica nas últimas duas décadas devido à importância de sua prescrição para objetivos que vão desde o rendimento esportivo até o tratamento e profilaxia de inúmeras enfermidades<sup>(1,2)</sup>. Os mesmos são considerados como o principal recurso para o desenvolvimento de valências físicas como força, potência e resistência muscular, que são estabelecidas como indicadores de saúde e qualidade de vida em indivíduos não atletas pelo *American College of Sports Medicine*<sup>(1,2)</sup>.

Os ER na paraplegia vêm-se mostrando como uma área de interesse crescente e aplicação prática. Portadores de necessidades especiais que incluem atletas competitivos, não atletas, e indivíduos interessados na melhoria das capacidades funcionais e saúde podem obter muitos benefícios de um programa de ER quando elaborado e organizado de forma correta<sup>(3)</sup>.

Os paraplégicos em geral são caracterizados como extremamente sedentários devido ao seu estilo de vida que não promove estímulos adequados para a melhora de seu condicionamento. Desta forma, atividades físicas estruturadas como, por exemplo, os ER, devem ser incorporados ao cotidiano dessas pessoas, para suprir a carência de tais estímulos<sup>(4)</sup>.

Evidências recentes descrevem os benefícios de alguns tipos de intervenção física para portadores de paraplegia<sup>(5)</sup>. Entretanto, existe uma escassez de estudos de qualidade para determinar a eficácia de diferentes tipos de exercício administrados geralmente na prática clínica. Especificamente em relação aos efeitos dos ER nesta população, ainda observam-se lacunas e um número limitado de estudos científicos. Isso de certa forma restringe as possibilidades de prescrição dos ER para esta população. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sobre os benefícios dos ER na melhoria da capacidade funcional e saúde dos paraplégicos.

## MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente estudo, foi realizada uma pesquisa na base de dados Lilacs, Medline, SportDiscus, SciELO e Scholar Google com o intuito de selecionar os estudos indexados sem restrição de data. A busca dos artigos relacionados ao tema nas bases de dados supracitadas foi realizada através de palavras-chave: *paraplegia, paraplegic, spinal cord injury, physical disability, wheelchair user*, e sinônimos em português combinadas com palavras-chave: *rehabilitation, conditioning, endurance, strength, power, exercise, weight lifting, resistance training, resistance exercise, strength training* e sinônimos em português. Através deste sistema de busca, foram encontrados 11 artigos de revisão e 13 artigos originais abordando os efeitos dos ER na população em questão. A última busca foi realizada em junho de 2009, e apenas artigos na língua inglesa foram encontrados.

## Fisiopatologia e Aspectos Clínicos da Paraplegia

A paraplegia é definida como redução ou perda da função motora e/ou sensorial dos segmentos torácicos, lombares ou sacrais da medula espinhal, podendo ser completa ou incompleta<sup>(6)</sup>. Lesão incompleta refere-se à preservação parcial da função motora ou sensorial abaixo do nível neurológico, e lesão completa refere-se à perda total da função motora e sensorial no segmento sacral mais baixo<sup>(4)</sup>. Além da disfunção física e sensorial, o paraplégico normalmente apresenta outras sequelas como: atrofia do sistema musculoesquelético, espasticidade, hiperreflexia ou hiporreflexia do sistema nervoso autônomo, mudanças metabólicas, hormonais e neuromusculares, redução da capacidade respiratória, da circulação sanguínea e das dimensões das estruturas cardíacas. Embora algumas pessoas com paraplegia possam caminhar com equipamento especializado, a maioria dessas pessoas utiliza cadeiras de rodas como o modo primário de mobilidade<sup>(6)</sup>.

A classificação da inaptidão dos membros inferiores dos paraplégicos geralmente se baseia no local da lesão medular ou na quantidade de músculos funcionais<sup>(4)</sup>. A lesão medular pode ser traumática ou não traumática. Nos Estados Unidos, em 2000, as causas de lesão medular traumática incluíam: acidentes de automóvel (37,4%), violência (25,9%), quedas (21,5%) e esporte (7,1%). A incidência de lesão medular traumática era de 10.000 casos ao ano, e a prevalência era calculada entre 183.000 e 230.000 pessoas. Adultos de 16 a 30 anos compreendiam 55% de pessoas com lesão medular, e havia uma diferença de gênero profunda, sendo os homens representantes de 80,6% dos indivíduos com lesão medular traumática<sup>(6)</sup>.

Recentemente, foi demonstrado que paraplégicos jovens apresentam reduzida capacidade aeróbia e força de membros superiores quando comparados a indivíduos saudáveis<sup>(7)</sup>. Além disso, pessoas com paraplegia apresentam déficits no controle motor e na sensibilidade, que não só limitam o desempenho de atividades da vida diária, como também o nível de atividade global diária<sup>(4)</sup>.

Pessoas com paraplegia crônica frequentemente experimentam dislipidemias caracterizadas por níveis deprimidos de colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL-C) e níveis elevados de colesterol de lipoproteína de baixa densidade (LDL-C). Este perfil lipídico anormal e nível reduzido no condicionamento físico aumentam o risco para doença cardiovascular<sup>(8)</sup>. Desta forma, esta população é caracterizada como extremamente sedentária e com uma incidência aumentada de complicações secundárias incluindo diabetes melito e hipertensão<sup>(4)</sup>.

## Benefícios dos ER na paraplegia

Como o estilo de vida diário da pessoa com paraplegia comumente não promove estímulos adequados para propósitos de condicionamento, devem ser acrescentadas atividades de exercício estruturadas para reduzir a possibilidade de complicações secundárias e para o aumento do condi-

cionamento físico<sup>(4)</sup>. Uma regressão múltipla realizada por Janssen *et al.*<sup>(9)</sup> indicou que 48-80% da variação na capacidade física pode ser explicada pelo tempo e nível da lesão, capacidade física, sexo e idade. Embora a capacidade física seja determinada em maior parte por fatores que não podem ser alterados, como o nível da lesão, a idade e o sexo, fatores mutáveis como a condicionamento físico e composição corporal apresentam um papel adicional e parecem sofrer influência positiva e significativa quando um programa de atividades físicas é realizado de forma sistêmica. Por outro lado, esta população apresenta várias complicações atribuídas a um estilo de vida sedentário, indicando que pessoas com paraplegia podem desfrutar de benefícios de um programa de exercícios, semelhantes aos obtidos pela população não portadora de paraplegia<sup>(6)</sup>.

Os programas de exercícios cardiorrespiratórios nos pacientes com paraplegia foram, de certa forma, bastante estudados para determinar diferentes tipos de adaptações. Em estudo de Devillard *et al.*<sup>(10)</sup>, a literatura sobre a eficiência de programas de treinamento ergométrico para paraplégicos foi revisada. Para isso, foram incluídos 65 artigos relacionados aos efeitos fisiológicos e psicológicos de programas de exercícios aeróbicos em pacientes com paraplegia. De forma geral, os estudos revisados demonstraram que programas de treinamento nesta população podem oferecer recondicionamento cardiorrespiratório, cardiovascular, cardíaco, metabólico, ósseo, adaptação biomecânica, muscular e benefícios de saúde na qualidade de vida. A prática de exercícios físicos parece ser benéfica em paraplégicos no estágio crônico, e pode ter implicações na continuidade do tratamento adicional destes pacientes<sup>(11)</sup>. Entretanto, como a prescrição inadequada de programas de exercícios apresenta riscos incipientes ao portador de paraplegia, o efeito de diferentes tipos de atividade física deve ser verificado para que recomendações para esta população sejam elaboradas de forma mais específica<sup>(8)</sup>.

A influência dos ER sobre doenças neuromusculares também recebeu muita atenção da comunidade científica e foi por muito tempo assunto de controvérsia<sup>(12)</sup>. Entretanto, a importância dos mesmos para todas as populações tem sido reconhecida, e isto inclui os indivíduos portadores de paraplegia<sup>(1-3)</sup>. De acordo com posicionamento da *American Heart Association*<sup>(13)</sup>, os benefícios dos ER incluem melhorias na força e resistência musculares, capacidade funcional, independência e qualidade de vida em pessoas com ou sem doença cardiovascular. No paraplégico, algumas evidências sugerem que programas de ER corretamente estruturados podem promover benefícios físicos, psicológicos e sociais aos portadores de paraplegia<sup>(14,15)</sup>, além de ótima aderência<sup>(15)</sup>. Outros benefícios sugeridos incluem o aumento da capacidade para executar as atividades de vida diária e correção de desequilíbrios musculares que ocorrem com a propulsão crônica de cadeira de rodas<sup>(6)</sup>.

## Benefícios psicológicos dos ER e melhora da capacidade funcional na qualidade de vida

Um dos primeiros estudos a observar os benefícios promovidos pelos ER em portadores de paraplegia foi realizado por O'Connell e Barnhart<sup>(16)</sup>. Estes autores<sup>(16)</sup> verificaram os efeitos do treinamento em ER na melhora da propulsão em cadeira de rodas. O programa de treinamento foi projetado para melhorar a propulsão na cadeira de rodas, o que pode ser um resultado funcional extremamente importante. Seis crianças com paraplegia participaram de um programa progressivo de ER durante oito semanas para membros superiores. O mesmo consistiu na realização de três séries com cargas para 6RM, intervalos entre as séries de 30-60 segundos, para nove exercícios (flexão, extensão, abdução, rotação interna e externa dos ombros, flexão e extensão dos cotovelos e supino horizontal) três vezes por semana. Os participantes realizaram testes de propulsão máxima em 50m, e distância alcançada em 12 minutos antes e depois do programa de treinamento. Os participantes melhoraram significativamente ( $p < 0,031$ ) a força muscular (6RM) em todos os exer-

cícios e a distância percorrida em 12 minutos. Os resultados sugerem que o treinamento em ER pode melhorar a força muscular e capacidade funcional na cadeira de rodas em crianças com paraplegia.

Wise<sup>(14)</sup> também verificou os efeitos de um programa de ER, com duração de um ano, sobre fatores físicos e psicológicos de quatro homens usuários de cadeira de rodas. Os resultados da análise dos conteúdos das entrevistas indicaram que os participantes receberam benefícios físicos, psicológicos e sociais do programa de ER. Os benefícios físicos incluíram melhor desempenho nas atividades da vida diária, nas atividades de recreação e independência física aumentada. Os benefícios psicológicos incluíram mudanças positivas na autoconfiança e imagem corporal, além de todos os participantes terem relatado que os ER promoveram oportunidades de socialização. Questionários como o deste estudo podem ser usados por profissionais da saúde como instrumentos de mensuração do impacto dos ER, auxiliando na elaboração de programas para indivíduos com paraplegia.

Em estudo mais recente, Hicks *et al.*<sup>(15)</sup> examinaram os efeitos de nove meses de ER realizados duas vezes semanais sobre o desempenho no ergômetro de braço, índices de bem-estar psicológico e qualidade de vida. Participaram deste estudo 34 homens e mulheres (19-65 anos) com paraplegia de origem traumática (C4-L1) que foram randomicamente divididos em grupo exercitado ( $n = 21$ ) e grupo controle ( $n = 13$ ), dos quais 23 indivíduos (11 exercitados e 12 controle) completaram o estudo de nove meses. Foi avaliada a carga para uma repetição máxima (1RM) e foi verificado o desempenho no ergômetro de braço, além de vários índices de qualidade de vida e bem-estar psicológico na linha base, em três, seis e nove meses. À linha base, não foi observada nenhuma diferença entre grupos em relação à idade, desempenho submáximo no ergômetro dos braços, força muscular (1RM), ou bem-estar psicológico. Após o período experimental, o grupo exercitado teve incremento na potência no ergômetro de braços (81%) e aumentos na força muscular dos membros superiores (19-34%) enquanto nenhuma mudança ocorreu no grupo controle. Participantes do grupo exercitado informaram menos dor, tensão e depressão depois do período de treinamento e apresentaram índices de satisfação com a função física, nível de saúde percebida e qualidade de vida maiores que o grupo controle. A aderência aos exercícios nesses indivíduos que completaram os nove meses de treinamento foi de 82,5%. Estes resultados demonstraram que programas de ER realizados duas vezes semanais há longo prazo podem ser prescritos para tal população e resultam em ganhos no bem-estar físico e psicológico.

### **Benefícios dos ER sobre a dor no ombro de paraplégicos**

Reclamações de dores no ombro atribuídas a desequilíbrios musculares são observadas frequentemente em pacientes paraplégicos. Nestes casos, a meta da terapia seria corrigir tais desequilíbrios através dos ER e realizar movimentos que poderiam oferecer vantagens devido à fadiga reduzida. Mayer *et al.*<sup>(17)</sup> examinaram a fadiga muscular, força máxima e conveniência promovida por exercícios excêntricos dos ombros realizados por paraplégicos. A fadiga muscular, torque muscular e atividade eletromiográfica (EMG) foram determinados de forma excêntrica e concêntrica em 41 indivíduos paraplégicos (13 em reabilitação recente, 16 treinados em jogos esportivos de cadeira de rodas e 12 destreinados). Foram coletados os níveis séricos de creatina quinase (CK), mioglobina e dor subjetiva durante e após uma semana de um programa de ER. Durante o exercício excêntrico, verificou-se menor fadiga muscular em todos os grupos. A relação excêntrica/concêntrica de pico de torque mais alta foi encontrada em todos os movimentos nos indivíduos treinados, seguidos pelos destreinados e pelos em reabilitação recente. A atividade EMG foi mais baixa no exercício excêntrico comparado ao exercício concêntrico. As concen-

trações de CK e de mioglobina como sintomas de dor, mostraram um aumento depois do exercício. Em conclusão, os padrões de força excêntrica/concêntrica são alterados entre paraplégicos. Exercícios excêntricos ofereceram vantagens em relação à fadiga muscular reduzida independentemente do estado de treinamento e tempo de lesão. A força máxima crescente oferece vantagem em relação ao treinamento atlético adicional. Porém, devido a danos estruturais e dor subjetiva, o exercício excêntrico pode ser recomendado apenas com reservas durante a terapia ou treinamento.

Recentemente, o efeito de treinamento nos ER na dor no ombro do paraplégico foi observado de forma crônica. Nash *et al.*<sup>(18)</sup> examinaram os efeitos de programas de ER em circuito sobre a força muscular, resistência e potência anaeróbica em homens de meia-idade com paraplegia. Participaram do experimento sete homens (39-58 anos) com paraplegia de T5 a T12 e dor no ombro confirmada durante atividades diárias. Os indivíduos realizaram quatro meses de treinamento em circuito usando manobras de resistência revezada e alta velocidade para exercícios de braço de baixa intensidade. A força máxima (1RM) foi medida antes de treinar e mensalmente durante a intervenção. O consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ ) antes e após o período de treinamento foi medido através de um ergômetro de braço. A potência anaeróbica foi medida antes e após o treinamento no teste anaeróbio de Wingate. A dor no ombro foi avaliada por um índice validado para pessoas com lesão medular. Os resultados demonstraram que a força aumentou de 38,6% a 59,7%. O  $VO_2$  máximo aumentou em 10,4%, e a potência anaeróbica máxima aumentou de 6% a 8,6%. O índice na escala de dor foi reduzido de  $31,9 \pm 24,8$  a  $5,7 \pm 5,9$ , sendo que três dos sete participantes informaram resolução completa da dor no ombro.

### **Benefícios dos ER sobre a força, resistência e consumo energético**

A força e resistência musculares são aspectos importantes para a capacidade funcional do paraplégico<sup>(19,20)</sup>. Os programas de ER em circuito se apresentam extremamente eficazes na prescrição que visa o desenvolvimento de tais capacidades físicas para esta população (tabela 1). Jacobs *et al.*<sup>(21)</sup> analisaram os efeitos de um programa de ER em circuito sobre a resistência cardiorrespiratória máxima dos membros superiores e força muscular em paraplégicos. Participaram deste estudo 10 homens com paraplegia completa aos níveis de T5-L1. Os participantes completaram 12 semanas de ER em circuito usando séries de resistência isoinercial revezada com exercícios de alta velocidade em sistema *MultiGym* e ergometria de braço de baixa resistência. Testes ergométricos máximos de braço, de força isoinercial da extremidade superior e de força isocinética de extremidade superior foram realizados antes e após o período de treinamento. Nenhum dos indivíduos sofreu lesões durante o período de treinamento. Foram observados aumentos significantes no  $VO_2$  (29,7%), no tempo para alcance da fadiga e na potência máxima produzida durante o teste ergométrico de braço. A força isoinercial sofreu aumentos que variaram de 11,9% a 30%. Aumentos significativos na força isocinética foram observados para rotação interna, extensão, abdução, adução e adução horizontal do ombro. Os portadores de paraplegia melhoraram a resistência cardiorrespiratória da extremidade superior e a força muscular de forma segura ao realizar um programa de ER em circuito em curto prazo.

Além da segurança e dos benefícios sobre a força e resistência musculares, os programas de treinamento em circuito podem promover bons resultados em relação ao aumento do gasto calórico nesta população. Jacobs *et al.*<sup>(22)</sup> também avaliaram as respostas da frequência cardíaca (FC) e  $VO_2$  para uma única sessão de ER em circuito em seis participantes com paraplegia completa (T5-T12) para determinar o gasto calórico do exercício. Os participantes realizaram ER isoinerciais

**Tabela 1.** Efeitos crônicos do treinamento em ER sobre o VO<sub>2</sub> máximo, força, potência e resistência musculares dos membros superiores de paraplégicos.

Estudo	Amostra	Intervenção	Medidas	Resultados
14	4 H, LM C1-C7	12 meses, 6 ER, 3-4x 10 repetições, 2-4x sem	Inquérito benefícios físicos psicológicos, e sociais dos ER	↑atividades da vida diária, recreação, ↑independência física, ↑autoconfiança e imagem corporal e socialização
15	34 H e M, LM C4-L1, GR (n = 21), GC (n = 13)	9 meses, circuito + CEB, ~8 ER, 2-3x 50-80% 1RM, 2x sem	Desempenho CEB, 1RM, inquérito benefícios psicológico e QV dos ER	GR: ↑81% potência, ↑19-34% 1RM, ↓dor, tensão e depressão, ↑função física e saúde
16	6 crianças, LM T8-T12	2 meses, 9 ER, 3x 6RM, 3x sem	6RM, propulsão 50m e 12min cadeira de rodas	↑6RM; ↑distância 12min
18	7 H, LM T5 -T12	4 meses, circuito + CEB, 6 ER, 3x 50-60 % 1RM, 3x sem	VO <sub>2</sub> no CEB, 1RM, teste de Wingate, dor no ombro	↑10% VO <sub>2</sub> , ↑6-8% potência e 38-59% 1RM, ↓dor (3 H resolução da dor)
21	10 H, LM T5-L1	3 meses, circuito ER + CEB, 6 ER, 3x 50-60 % 1RM, 3x sem	VO <sub>2</sub> no CEB, força isoinercial e isocinética	↑30% VO <sub>2</sub> , ↑tempo alcance fadiga, ↑potência, ↑11-30% força isoinercial e isocinética
25	18 H e M, LM T6-T10, GE (n = 9), GR (n = 9)	3 meses, GE: 30 min CEB a 70%-85% da FC máx. GR: 6 ER, 3x 60-70% 1RM, 3x sem	VO <sub>2</sub> no CEB, 1RM, teste de Wingate	↑VO <sub>2</sub> GR (15%) e GE (12%), ↑1RM no GR, ↑potência média GR (8%) e GE (5%), ↑potência máx GR (16%) e GE (3%)
26	5 H, LM T6 - L1	3 meses, circuito + CEB, 6 ER, 3x 50-60% 1RM, 3x sem	VO <sub>2</sub> no CEB, força isoinercial, potência máxima, colesterol	↑30% VO <sub>2</sub> , ↑33% tempo alcance fadiga e ↑30% potência, ↓25% LDL, ↑10% HDL, ↓LDL/ HDL, ↓colesterol total/HDL

H – homens; LM – lesão medular; ER – exercícios resistidos; M – mulheres; GR – grupo exercícios resistidos; GC – grupo controle; RM – repetição(ões) máxima(s); CEB – cicloergômetro de braços; QV – qualidade de vida; VO<sub>2</sub> – consumo de oxigênio; MMSS – membros superiores; GE – grupo exercitado no cicloergômetro.

de alta cadência e ergometria de braço de baixa resistência. Após a familiarização ao protocolo, os participantes completaram uma sessão de circuito durante a qual a FC, o VO<sub>2</sub> e a relação de troca respiratória (RER = VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>) foram observadas continuamente durante a sessão. O gasto calórico do exercício foi calculado através de valores de VO<sub>2</sub> na sessão de circuito. Um teste ergométrico para os braços permitiu expressar dados como percentuais do VO<sub>2</sub> e FC. Os participantes exibiram, em média, VO<sub>2</sub> de 11,6 ± 2,4ml/kg/min<sup>-1</sup> e FC de 136 ± 17 batimentos/minuto durante a sessão de circuito, o que corresponde a 49,0% do VO<sub>2</sub> máximo e 76,8% da FC máxima. Os valores do RER variaram de 0,96 a 1,19 e a média foi calculada sobre unidade ao longo da sessão de circuito. Apesar do modesto VO<sub>2</sub> absoluto durante o exercício, este estudo demonstrou que o programa de ER em circuito satisfaz critérios operacionais desenvolvidos para a prescrição de exercícios cardiorrespiratórios em pessoas com paraplegia. Os valores de RER registrados indicam que o programa em circuito intenso gera demandas principalmente do metabolismo glicolítico.

Com proposta similar, Nash *et al.*<sup>(23)</sup> examinaram as respostas metabólicas agudas (VO<sub>2</sub>), cronotrópicas e a percepção subjetiva de esforço (PSE) ao exercitar pessoas com paraplegia em diferentes programas de circuito. Um dos programas envolveu exercícios isoinerciais em um sistema de diferentes estações (*MultiGym*) ou em um sistema feito sob encomenda de resistência elástica *Theraband* (*ElasticGym*). Participaram desse estudo 16 homens e uma mulher com paraplegia completa (T4-L1), como definido pela *American Spinal Injury Association*. Um programa de exercícios em circuito para pessoas com paraplegia foi adaptado aos sistemas *MultiGym* e *ElasticGym*. Seis exercícios foram usados para testes e treinamento a 50% de 1RM, envolvendo ainda um rápido trabalho no ergômetro de braço de forma intercalada. Os participantes foram familiarizados com ambas as condições durante duas semanas antes dos testes que foram realizados em dias não consecutivos de forma randômica. O VO<sub>2</sub> (L/min) foi medido através de espirômetro portátil, a FC (batimentos/min) por um monitor torácico e a PSE pela escala de Borg (6-20). Nenhuma diferença significativa no VO<sub>2</sub> ou FC foi observada entre condições, refletindo apenas 0,08L/min e 6,4 batimentos/min, respectivamente. A média da PSE foi significativamente maior durante o sistema *ElasticGym*. O treinamento em circuito em sistema de *ElasticGym* obteve respostas metabólicas e cronotrópicas agudas que não diferiram de respostas do sistema *MultiGym*, demonstrando que o sistema *ElasticGym* pode ser tão eficiente quanto os ER tradicionais.

Cooney e Walker<sup>(24)</sup> examinaram os efeitos de ER hidráulicos (não realizados em circuito) sobre a aptidão física de paraplégicos e qua-

driplégicos. Dez indivíduos (cinco quadriplégicos e cinco paraplégicos; sete homens e três mulheres) realizaram um programa de treinamento de nove semanas com frequência semanal de três sessões. O programa foi dividido em três períodos de três semanas, designados I, II e III. Um protocolo de cicloergômetro de braço descontínuo foi usado para avaliar o VO<sub>2</sub> máximo antes e depois do período de treinamento. A avaliação da intensidade nos ER hidráulicos foi feita por eletrocardiograma continuamente durante as sessões de treinamento, e variaram de 60 a 90% da frequência cardíaca máxima nas fases II e III. O VO<sub>2</sub> máximo dos participantes aumentou em média 28,1%, enquanto a produção de potência máxima aumentou 36,7% como resultado do programa de treinamento (p < 0,01). Os resultados deste estudo indicam que um programa de treinamento em ER hidráulicos pode produzir aptidão cardiovascular aumentada em paraplégicos e quadriplégicos.

Recentemente, Jacobs<sup>(25)</sup> comparou os efeitos de um programa de treinamento em cicloergômetro de braço com um programa de treinamento em ER sobre VO<sub>2</sub> máximo, força de membros superiores e produção de potência em pessoas com paraplegia crônica. Dezoito indivíduos com paraplegia completa, T6-T10, realizaram três sessões semanais durante um período de treinamento de 12 semanas. Os participantes foram pareados de acordo com a massa corporal e gênero e aleatoriamente alocados em grupo de treinamento no cicloergômetro (GCE) ou grupo de treinamento em ER (GER). O GCE executou 30 minutos de cicloergômetro de braço a 70%-85% da frequência cardíaca máxima. O GER executou três séries de 10 repetições em seis estações com 60% a 70% de 1RM. Valores de força de membros superiores (1RM) foram estabelecidos através de uma equação de regressão. O VO<sub>2</sub> máximo foi determinado através de ergoespirometria, enquanto para a determinação da produção de potência foi realizada através do teste de Wingate para braços. Após o treinamento, os valores de VO<sub>2</sub> máximo se apresentaram significativamente maiores para GER (15,1%) e GCE (11,8%). A força muscular aumentou significativamente para todos os exercícios no GER (p < 0,01), enquanto o GCE não apresentou nenhuma mudança. A produção de potência média aumentou no GER e GCE em 8% e 5%, respectivamente, enquanto o GER exibiu significativamente maiores ganhos em potência máxima (p < 0,01) que o GCE, 15,6% e 2,6%, respectivamente. Com base nestes resultados, o autor concluiu que portadores de paraplegia podem melhorar a sua capacidade de trabalho de extremidade superior, força muscular e potência através da participação em um programa de ER, e que este tipo de intervenção física parece ser mais vantajoso para esta população que um programa de exercício aeróbico realizado no cicloergômetro de braços.



## Benefícios dos ER sobre comorbidades associadas

Vários fatores de risco para doença coronariana, como um estilo de vida sedentário, hipertensão, hipercolesterolemia, obesidade e sensibilidade à insulina também podem ser modificados pela participação em um programa de ER<sup>(6)</sup>. Nash *et al.*<sup>(26)</sup> testaram a hipótese de que o treinamento em forma de circuito melhoraria a aptidão dos membros superiores do corpo e o perfil lipídico aterogênico em pessoas com paraplegia crônica. Participaram deste estudo cinco homens com lesões medulares completas de T6-L1, que realizaram três meses de ER de resistência contínua e exercícios aeróbicos dos membros superiores, três vezes semanais em dias alternados. Os resultados do teste no ergômetro de braço mostraram uma melhora de 30,3% do VO<sub>2</sub> máximo, 33,5% no tempo para alcance da fadiga e 30,4% de aumento na potência máxima. Em condição de pré-treinamento, o colesterol total estava na categoria de pouco risco, e reduções agudas após os exercícios não se apresentaram significantes. Reduções também sem significância dos triglicerídeos foram observadas (média 12mg/dL) de forma aguda. Respectivamente, uma redução de 25,9% no colesterol LDL e aumento de 9,8% no colesterol HDL foram observados após o período de treinamento. Tais mudanças reduziram a relação LDL/HDL em média uma unidade, e a relação colesterol total/HDL de 5,0 ± 1,1 para 3,9 ± 0,7. Estas mudanças refletem uma redução de risco cardiovascular de quase 25%. A relação colesterol total/HDL passou da contagem de alto risco (cinco) para se aproximar da contagem desejada (3,5). Os resultados apresentados apoiam os efeitos benéficos dos ER em forma de circuito para o desenvolvimento da aptidão e melhora do perfil lipídico aterogênico em pessoas com paraplegia crônica.

## Prescrição dos ER para os paraplégicos

Há muitos fatores para se considerar ao desenvolver um programa de atividades físicas para paraplégicos. A condição da pessoa deve ser avaliada e um programa deve ser projetado para satisfazer as necessidades de forma individual. O profissional também deve considerar os efeitos negativos da inatividade prévia, que inclui atrofia muscular, circulação diminuída, perda de mobilidade e perda de resistência cardiovascular. Outros fatores de importância incluem a idade, o nível de aptidão e da lesão, a motivação e as metas do indivíduo<sup>(27)</sup>. Testes de exercícios apropriados para pessoas com paraplegia devem ser baseados na capacidade individual para o exercício, determinada pela avaliação precisa da lesão medular<sup>(4)</sup>. Além disso, os profissionais de saúde devem estar atentos às considerações especiais e precauções que terão impacto no treinamento<sup>(12)</sup>.

## Recomendações e diretrizes

As recomendações para a prescrição dos ER em pessoas com paraplegia não variam dramaticamente do recomendado à população geral<sup>(4)</sup>. Sugere-se que as diretrizes do ACSM<sup>(1,2)</sup> para indivíduos saudáveis que recomendam uma-três séries de oito-12 repetições para oito-10 exercícios, duas a três vezes por semana, possam promover benefícios à saúde consideráveis nesta população. No entanto, devido à frequência alta de danos de sobre utilização do ombro nesta população, oito-10 exercícios poderiam ser excessivos, como estes são comumente divididos entre membros superiores e inferiores. Por outro lado, este aumento da atividade de membros superiores pode extrair benefícios sistêmicos mais pronunciados que um programa com volume reduzido<sup>(6)</sup>. Apesar do número crescente de pesquisas que demonstram os efeitos benéficos dos ER aos paraplégicos, até a presente data não puderam ser encontradas diretrizes e/ou recomendações específicas para a prescrição dos ER nesta população. Até que instituições especializadas se posicionem em relação ao ótimo volume de ER para o alcance de efeitos de treinamento sistêmicos na paraplegia, as diretrizes gerais permitem que os profissio-

nais de saúde desenvolvam programas de ER que visem a melhoria da imagem corporal, da saúde e da qualidade de vida dos pacientes.

## Elaboração de programas

Em termos de desígnio, ao projetar o programa de treinamento, devem ser incluídos os componentes básicos de saúde e aptidão para que o indivíduo desenvolva as capacidades necessárias. Estes componentes incluem a força e resistência muscular, a flexibilidade, a resistência cardiorrespiratória e a composição corporal<sup>(27)</sup>. A progressão em tais programas deve ser gradual para assegurar que o praticante não seja desencorajado e desista de sua participação antes que sua aptidão seja aumentada. Dados sobre atletas de cadeira de rodas sugerem que, com persistência, muitos indivíduos podem se ajustar relativamente bem às inaptidões e à prática de atividades físicas<sup>(19,20)</sup>. Um programa básico de resistência muscular, enfatizando baixas intensidades de carga e maior número de repetições, é firmemente estabelecido com uma técnica segura antes da progressão para um programa de maior intensidade<sup>(12)</sup>.

Um programa de ER para pessoas com paraplegia deve incluir exercícios que visem restabelecer o equilíbrio muscular das articulações funcionais. Desta forma, o fortalecimento equilibrado de todos os grupos musculares parece ser a última meta. A maioria dos paraplégicos usuários de cadeira de rodas tende a ter a musculatura anterior de ombro forte como resultado do movimento de empurrar as rodas das cadeiras. Porém, a maioria deles não trabalha o fortalecimento para a musculatura posterior de tronco e membros superiores (trapézio, serrátil anterior, elevador da escápula, romboides, latíssimo do dorso). Assim um desequilíbrio pode ocorrer se o programa de ER não for direcionado corretamente. Para essa população, exercícios de cadeia cinética fechada e treino funcional deve ser o foco do tratamento (ex.: puxadas na barra fixa, mergulhos nas barras paralelas). Estes tipos de exercícios promovem movimentos de diversas articulações com a contração do antagonista provendo estabilidade das articulações<sup>(12)</sup>.

Alguns autores acreditam que, em qualquer programa de ER para esta população, a ênfase deveria estar em aumentar o controle de movimento voluntário em lugar da força muscular. Desta forma, os indivíduos com coordenação moderada ou déficits de força poderiam usar pesos livres; entretanto, os indivíduos mais severamente comprometidos podem precisar de máquinas que controlam o exercício ao longo de toda a amplitude de movimento. Sendo a meta dos ER a melhora da função motora e controle, os exercícios devem ser realizados lentamente, pois os movimentos rápidos, balísticos, podem ativar ou provocar espasmos<sup>(12)</sup>.

## Observações e considerações especiais sobre a elaboração dos programas

Barreiras físicas para indivíduos com paraplegia podem persistir em instalações antigas ou pequenas. Estacionamento, degraus, entradas estreitas, sanitários públicos compactos e equipamentos muito próximos uns dos outros podem ser obstáculos aos usuários de cadeiras de rodas<sup>(6)</sup>. Apesar disso, de forma geral, os paraplégicos necessitam de poucas adaptações para a realização dos ER. Se as máquinas puderem ser utilizadas, um dos aspectos principais a se considerar é a acessibilidade. Paraplégicos com níveis mais baixos de lesão podem necessitar de poucas adaptações. Estes indivíduos podem precisar de ajuda para se transferir e posicionar em certos equipamentos e ao utilizar pesos livres. Cabe ressaltar que, ao executar qualquer exercício, tais indivíduos devem evitar a manobra de Valsava. Além da pressão arterial crescente, manobras deste tipo poderiam ser especialmente problemáticas para pessoas que sofrem cateterização intermitente ou técnicas para anular a incontinência não planejada<sup>(12)</sup>. Existem outras considerações médicas importantes que o profissional de saúde deve

estar atento ao trabalhar com esta população. O profissional deve estar alerta à possibilidade de disreflexia autonômica que pode acontecer em pessoas com lesões acima de T6 causando hipertensão. Possíveis sintomas de disreflexia autonômica incluem PA aumentada, dor de cabeça, transpiração excessiva e rubor facial. O praticante portador de paraplegia que reclama de dor de cabeça ou sudorese excessiva deve ter a PA e FC registradas. Se o indivíduo for hipertenso, devem ser levadas em consideração medidas necessárias para eliminar os estímulos nocivos<sup>(12)</sup>. De forma antagonica, exercícios para grupos musculares mais baixos podem conduzir a hipotensão que pode ser minimizada com o uso de manguera de apoio e uma cinta abdominal, se necessário<sup>(6)</sup>. Além disso, o profissional que prescreve o treinamento deve estar ciente dos medicamentos utilizados pelo praticante com paraplegia, especialmente drogas que podem induzir hipotensão ou diurese. Para tanto, é importante que o profissional envolvido mantenha uma boa comunicação com o médico do paciente para seguir indicações e diretrizes prescritas.

## RESULTADOS

Os estudos originais e de revisão aqui analisados demonstraram que programas de ER corretamente estruturados podem promover benefícios físicos, psicológicos, sociais, ótima aderência, melhora da força,

## REFERÊNCIAS

1. American College of Sports Medicine. Position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:364-80.
2. American College of Sports Medicine. Position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:459-71.
3. Wise JB. Weight training for those with physical disabilities at Idaho state university. *Strength Cond.* 1996;18:67-71.
4. Jacobs PL, Nash MS. Exercise recommendations for individuals with spinal cord injury. *Sports Med.* 2004;34:727-51.
5. 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;47:184-95.
6. Bradley-Popovich GE, Abshire KR, Crookston CM, Frounfelger GG. Special populations: resistance training in paraplegia: rationale and recommendations. *Strength Cond J.* 2000;22:31-4.
7. Widman LM, Abresch RT, Styne DM, McDonald CM. Aerobic fitness and upper extremity strength in patients aged 11 to 21 years with spinal cord dysfunction as compared to ideal weight and overweight controls. *J Spinal Cord Med.* 2007;30:588-96.
8. Nash MS. Exercise as a health-promoting activity following spinal cord injury. *J Neurol Phys Ther.* 2005;29:87-106.
9. Janssen TW, Dallmeijer AJ, Veeger DJ, Van Der Woude LH. Normative values and determinants of physical capacity in individuals with spinal cord injury. *J Rehab Res Develop.* 2009;39:29-39.
10. Devillard X, Rimaud D, Roche F, Calmels P. Effects of training programs for spinal cord injury. *Ann Readapt Med Phys.* 2007;50:490-8, 480-9.
11. Kloosterman MG, Snoek GJ, Jannink MJ. Systematic review of the effects of exercise therapy on the upper extremity of patients with spinal-cord injury. *Spinal Cord.* 2009;47:196-203.
12. Laskowski ER. Strength training in the physically challenged population. *Strength Cond.* 1994;16:66-9.
13. American Heart Association. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update. A scientific statement from the American Heart Association council on clinical cardiology and council on nutrition, physical activity, and metabolism. *Circulation.* 2007;116:572-84.
14. Wise JB. Benefits derived from weight training by men with cervical spinal cord injuries. *J Strength Cond Res.* 2000;14:493-5.

resistência, potência anaeróbia, redução da dor no ombro, melhoras na resistência cardiorrespiratória, aumento do gasto calórico e melhora do perfil lipídico aterogênico em pessoas com paraplegia. Desta forma, os ER se mostram benéficos e até mesmo necessários para manter a capacidade funcional e saúde nesta população.

## CONCLUSÃO

Ainda podem ser encontradas muitas lacunas na literatura em relação ao volume e intensidade ideais de ER para o alcance de efeitos de treinamento sistêmicos e também em relação aos efeitos de programas de treinamento que envolvam unicamente ER. Sugere-se, então, a realização de estudos originais que investiguem a manipulação das diferentes variáveis dos ER<sup>(1,2)</sup> e os efeitos dos mesmos dissociados dos exercícios aeróbicos nesta população.

## AGRADECIMENTOS

Dr. Roberto Simão agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

15. Hicks AL, Martin KA, Ditor DS, Latimer AE, Craven C, Bulgaresti 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;41:34-43.
16. O'Connell DG, Barnhart R. Improvement in wheelchair propulsion in pediatric wheelchair users through resistance training: a pilot study. *Arch Phys Med Rehab.* 1995;76:368-72.
17. Mayer F, Billow H, Horstmann T, Martini F, Niess A, Rucker K, et al. Muscular fatigue, maximum strength and stress reactions of the shoulder musculature in paraplegics. *Int J Sports Med.* 1999;20:487-93.
18. 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 Rehab.* 2007;88:70-5.
19. Davis GM, Kofsky PR, Kelsey JC, Shephard RJ. Cardiorespiratory fitness and muscular strength of wheelchair users. *Can Med Assoc J.* 1981;125:1317-23.
20. Davis GM, Shephard RJ, Jackson RW. Cardio-respiratory fitness and muscular strength in the lower-limb disabled. *Can J Appl Sport Sci.* 1981;6:159-65.
21. Jacobs PL, Nash MS, Rusinowski JW. Circuit training provides cardiorespiratory and strength benefits in persons with paraplegia. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:711-7.
22. Jacobs PL, Mahoney ET, Nash MS, Green BA. Circuit resistance training in persons with complete paraplegia. *J Rehab Res Dev.* 2002;39:21-8.
23. 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 Rehab.* 2002;83:201-9.
24. Cooney MM, Walker JB. Hydraulic resistance exercise benefits cardiovascular fitness of spinal cord injured. *Med Sci Sports Exerc.* 1986;18:522-5.
25. Jacobs PL. Effects of resistance and endurance training in persons with paraplegia. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:992-7.
26. 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;4:2-9.
27. Simpson JS, Priest JW. Conditioning in injured and disabled populations. *Strength Cond J.* 2005;27:84-6.

## ERRATA

No Suplemento Volume 16 Nº 4 – Julho/Agosto de 2010 da RBME na página 23 artigo 93 deve constar o seguinte artigo: Influência da temperatura na capacidade antioxidante do miocárdio de ratos

Jayme Netto Junior<sup>1</sup>, Flávia Alessandra Guarnier<sup>2</sup>, Carlos Marcelo Pastre<sup>1</sup>, Thâmara Alves<sup>1</sup>, Fernanda Assen Soares Campoy<sup>1</sup>, Mariana de Oliveira Gois<sup>1</sup>, Fábio do Nascimento Bastos<sup>1</sup>, Rubens Cecchini<sup>1</sup>, Domingo Marcolino Braille<sup>3</sup>

1) Universidade Estadual Paulista – Presidente Prudente, SP, Brasil. 2) Universidade Estadual de Londrina – Londrina, PR, Brasil. 3) Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – São José do Rio Preto, SP, Brasil.

Introdução: O objetivo do presente estudo foi analisar a influência da temperatura na capacidade antioxidante total (TRAP) do miocárdio de ratos submetidos ao treinamento físico. Material e métodos: Utilizou-se 20 ratos, divididos em quatro grupos. O treinamento consistiu em corrida em esteira, em um período de quatro semanas, com cinco sessões cada. G1 realizou treinamento à temperatura de 38 ± 2°C; G2 não treinou à temperatura de 38 ± 2°C; G3 realizou treinamento à temperatura de 22 ± 2°C; e G4 não treinou à 22 ± 2°C. A capacidade antioxidante total (TRAP) foi mensurada por meio de quimiluminescência. A estatística foi realizada por meio de análise de variância (2 x 2) complementada com o teste de Tukey. Resultados: Houve diferença significativa (p ≤ 0,0001) no consumo da TRAP em G1 (0,23 ± 0,03µM Trolox) em relação aos demais grupos, G2 (0,48 ± 0,05µM Trolox), G3 (0,41 ± 0,03µM Trolox) e G4 (0,98 ± 0,17µM Trolox). Conclusão: Pode-se concluir, a partir dos resultados observados, que, na prática de exercício físico em ambientes com temperaturas elevadas, houve aumento do consumo da capacidade antioxidante total no miocárdio de ratos.