

## Relato de caso

# Efeitos do treinamento aeróbico com o cicloergômetro sobre a performance da musculatura respiratória na paraplegia por traumatismo raquimedular

## *Effects of aerobic training using cycle ergometer on performance of breathing muscles in the paraplegia by spinal cord injury*

Antonio Vinicius Soares, Ft., M.Sc.\*, Marcos Antônio dos Anjos, Ft., M.Sc.\*\*, Helton Eckerman da Silva, Ft.\*\*\*, Aline M. Busatto\*\*\*\*, Angélica A.A. Bloemer\*\*\*\*, Mariana R. Furtado\*\*\*\*, Michelle B. Machado\*\*\*\*, Nilceia Marcelino\*\*\*\*, Sheron R. Borges\*\*\*\*

.....  
*\*Professor-pesquisador do Núcleo de Pesquisas em Neuroreabilitação - NUPEN da Associação Catarinense de Ensino - ACE e do Bom Jesus/ IELUSC, \*\*Professor-pesquisador do Núcleo de Pesquisas em Neuroreabilitação - NUPEN da Associação Catarinense de Ensino - ACE, Bom Jesus/ IELUSC e UNIVILLE, \*\*\*Fisioterapeuta, especialista em Fisioterapia Cardio-respiratória, Professor da ACE, \*\*\*\*Acadêmicas da Faculdade de Fisioterapia e Estagiárias do Núcleo de Pesquisas em Neuroreabilitação - NUPEN da Associação Catarinense de Ensino - ACE*

### Resumo

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos do condicionamento aeróbico com cicloergômetro para os membros superiores e inferiores sobre a performance da musculatura respiratória, aptidão física, e sua possível repercussão sobre a qualidade de vida e independência funcional em um paraplégico (nível T1) por TRM. Um estudo descritivo do tipo exploratório, utilizando-se da manovacuometria digital para avaliação das pressões inspiratória (Pimáx) e expiratória (Pemáx) máximas de pico e endurance, Perfil de Saúde de Nottingham (PSN) e escala FIM para a qualidade de vida e independência funcional, respectivamente. Os resultados indicam que após 6 semanas de treinamento (3x/semana) houve um incremento da Pimáx de forma a superar o valor referencial, atingindo 109% deste, e da Pemáx atingindo 90% do valor referencial. Na avaliação da endurance inspiratória e expiratória houve um aumento estatisticamente significativo (endurance inspiratória  $p < 0,001$ ; endurance expiratória  $p < 0,02$ ). A melhora da aptidão física foi verificada com base na performance do teste de esforço. Não ocorreram alterações significativas na qualidade de vida e independência funcional. Conclui-se que mesmo em paciente crônico, reabilitado e independente, o protocolo proposto pode trazer benefício em curto prazo na força e endurance da musculatura respiratória.

**Palavras-chave:** treinamento aeróbico, cicloergômetro, músculos respiratórios, paraplegia.

### Abstract

The aim of this study was to evaluate the effects of aerobic conditioning with cycle ergometer for lower and upper limbs on performance of breathing muscles, physical ability, and its possible repercussion in quality of life and functional independence in a paraplegic (level T1) by spinal cord injury. This study consists in a detailed and exploratory research, using digital manovacuometry to evaluate inspiratory and expiratory pressure, maximum peak and endurance, Health Profile of Nottingham (HPN) e FIM Scale to life quality and functional independence, respectively. The results indicate that after six weeks of training (3 times/week) there was an increase of inspiratory pressure, in a way to overcome the reference value, reaching 109%, and expiratory pressure 90%, in endurance inspiratory and expiratory evaluation with a statistical significant rise (inspiratory endurance  $p < 0,001$ , expiratory endurance  $p < 0,02$ ). The improvement of physical ability was verified in the effort test. Did not occur significant alterations on quality of life and functional independence. It was concluded that, even in chronic rehabilitated and independent patient, the protocol used brought short time benefits in strength and endurance of breathing muscles.

**Key-words:** aerobic training, cycle ergometer, breathing muscles, paraplegia.

Recebido 18 de abril de 2006; aceito 15 de janeiro de 2007.

**Endereço para correspondência:** Antonio Vinicius Soares, NUPEN – Núcleo de Pesquisas em Neuroreabilitação, Faculdade de Fisioterapia da Associação Catarinense de Ensino, Joinville SC, Tel: (47) 3026-4000, E-mail: a.vini@ig.com.br

## Introdução

A lesão medular é uma das mais graves e devastadoras síndromes incapacitantes que pode atingir o ser humano, pois causa falência de muitas funções importantes como a locomoção, sensibilidade, sexualidade, dentre outras.

Considerando-se o fato, que as maiores causas da lesão medular são as traumáticas e que a maioria da população atingida tem menos de 40 anos, observa-se uma grave incapacidade direcionada a uma população hígida, jovem e ativa, de uma forma abrupta com todas as repercussões físicas e psicológicas conseqüentes [1].

O traumatismo raquimedular geralmente reduz a capacidade do indivíduo de participar das atividades diárias vigorosas necessárias para a manutenção de um estilo de vida saudável aumentando a prevalência de morbidade.

A propulsão de uma cadeira de rodas não é uma atividade das mais exigentes, por isso provoca rapidamente uma fadiga muscular localizada, em conseqüência da utilização de uma massa muscular limitada e de um baixo rendimento mecânico [2].

A lesão medular leva a perda completa ou parcial do controle voluntário dos músculos inervados abaixo do nível da lesão, perda de força e resistência muscular. A perda de força e resistência também inibe a resposta cardiorespiratória ao exercício, uma vez que a fadiga local evita que os músculos mantenham as cargas de trabalho prescritas.

Atualmente, as causas prevalentes de morte em pacientes com lesão medular em longo prazo, parecem estar relacionadas a desordens cardiovasculares e respiratórias. Os distúrbios ventilatórios decorrentes reduzem a força e endurance da musculatura respiratória, acarretando limitações desde as atividades de vida diária (AVDs) até a exclusão social, devido depressão na capacidade cardiorespiratória pela inatividade e pelo próprio comprometimento da musculatura torácica. A fraca resistência muscular respiratória pode reduzir a tolerância ao exercício e contribuir para a falência respiratória [3].

É possível realizar uma avaliação tanto na força quanto na endurance da musculatura respiratória através da manovacuometria digital [4]. Esse método avalia a força do conjunto dos músculos inspiratórios (Pimáx) e/ou expiratórios (Pemáx) [5].

Através da cicloergometria para os membros superiores (MMSS) e inferiores (MMII) é possível realizar uma avaliação e treinar a capacidade de trabalho dos indivíduos paraplégicos por TRM. A estimulação de grupos musculares preservados visa alcançar o potencial funcional do paciente incluindo os músculos respiratórios [1].

Então, para o treinamento aeróbico, geralmente é utilizado o exercício prolongado para MMSS que tem despertado interesse em várias populações com necessidades especiais, incluindo indivíduos com incapacidade nos MMII [6,7]. Entretanto, para a prescrição do exercício para o portador de deficiência, devem ser avaliadas as limitações fisiológicas, o

histórico e o estado clínico do paciente para que o exercício seja prescrito com segurança. Deve-se levar em consideração, a frequência, duração e intensidade do treinamento.

Com o aumento da expectativa de vida dos pacientes com lesão medular, os profissionais de reabilitação devem preocupar-se em proporcionar o máximo de independência funcional visando melhorar a qualidade de vida destes. A promoção e a atenção à saúde dos indivíduos portadores de lesão medular englobam medidas preventivas, restauradoras e de reabilitação, visando preservar, restaurar ou desenvolver funções, com a intenção de recuperar e compensar os fatores que causam perda ou diminuição do bem-estar destes pacientes.

Com a prática da atividade física ocorre incremento da musculatura respiratória em força e endurance, prevenindo complicações pulmonares, pois amplia o limite da ventilação ao exercício físico, contribui para a inclusão social, facilitando o acesso às atividades regulares na sociedade [8].

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos do treinamento aeróbico com cicloergômetro para MMSS e MMII sobre a performance da musculatura respiratória na paraplegia por TRM.

## Material e métodos

O presente estudo foi realizado no Núcleo de Pesquisa em Neuroreabilitação – NUPEN na Faculdade de Fisioterapia da Associação Catarinense de Ensino – ACE.

Realizou-se uma pesquisa descritiva tipo exploratória. O sujeito da pesquisa foi um indivíduo de 38 anos, do sexo masculino, portador de paraplegia alta, nível neurológico T1, espasticidade extensora do joelho grau 3 bilateralmente pela Escala de Ashworth Modificada [9], decorrente de lesão por arma de fogo há 3 anos, foi submetido a um pré-teste, seguido por treinamento, e posteriormente um pós-teste para avaliar o tratamento, verificando as possíveis mudanças na performance dos músculos respiratórios, bem como na aptidão física e qualidade de vida.

Inicialmente no pré-teste, foi realizada uma avaliação do paciente utilizando-se do Protocolo de Avaliação Neurológica e Escala de Deficiência da ASIA (*American Spinal Injury Association*) [10], aplicação da Escala de Medida de Independência Funcional (FIM) [10] e a verificação da qualidade de vida pelo Perfil de Saúde de Nottingham (PSN) [11]. Posteriormente, mensurou-se: peso corporal, frequência cardíaca, frequência respiratória em repouso e da pressão arterial em repouso na posição sentada, permitindo o cálculo da FC Máx (220 – idade – 13bpm), da FC alvo (70% da FC Máx) e da FC limite (85% da FC Máx); teste com o Manovacômetro Digital (MVD 300 – Globalmed) para avaliar as pressões inspiratória e expiratória máximas de força e endurance dos músculos respiratórios; por fim, o teste submáximo cardiorrespiratório, como preconizado pelo ACSM – *American College Sports Medicine* [12] e adaptado ao cicloergômetro para os quatro membros (Ciclomaster Embreex - modelo 603).

Uma vez avaliado, o indivíduo foi submetido a um protocolo de condicionamento aeróbico, com utilização do cicloergômetro para os quatro membros, o programa de treinamento foi constituído de três sessões semanais, com duração aproximada de 60 minutos por um período de seis semanas.

Cada sessão foi constituída de uma fase de aquecimento de 15 minutos, seguida por uma fase de endurance de 30 a 40 minutos com velocidade média iniciada em 80 rpm, progredindo ao longo da sessão conforme a FC e Escala CR 10 de Borg [13], como parâmetro para graduar velocidade e carga. Por fim, concluía-se a sessão com uma fase de volta a calma com duração de três minutos com velocidade decrescente e carga zero no cicloergômetro.

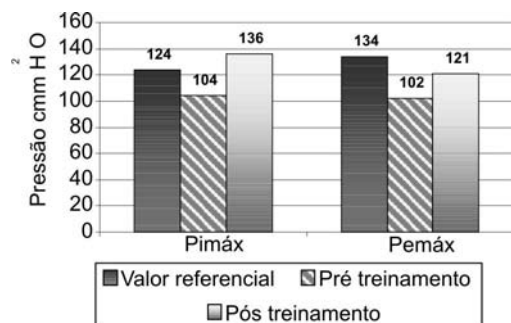
Ao término da sexta semana, o indivíduo foi submetido ao pós-teste, onde foram realizados os mesmos procedimentos do pré-teste.

A partir dos resultados da avaliação e reavaliação, foram feitas as análises comparativas e descritivas dos mesmos.

## Resultados e discussão

As variáveis da função muscular ventilatória foram avaliadas pré e pós- treinamento, no final de 6 semanas como ilustrado no Gráfico 1.

**Gráfico 1** - Pressões inspiratória e expiratória de pico.

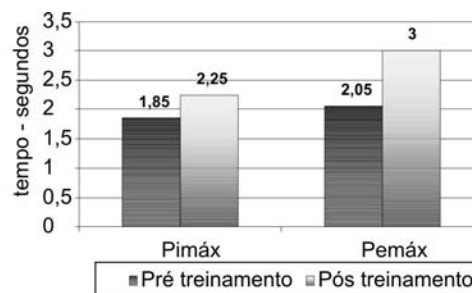


Após 6 semanas, na avaliação pós-treinamento, foi possível detectar um incremento da Pimáx de forma a superar o valor referencial, correspondente à 109%, e na Pemáx também houve alteração alcançando 90% do estimado, e mesmo que não tenha alcançado o valor referencial, deve ser considerado um resultado significativo, visto que a lesão decorrente do TRM compromete a ação dos músculos expiratórios – paciente com paraplegia alta completa nível neurológico T1.

Como não existem valores referenciais para endurance da musculatura respiratória através da manovacuometria digital descritos na literatura e/ou fabricante, para esta pesquisa adotou-se como metodologia a média do tempo em que o sujeito conseguiu manter pressões  $\geq 70\%$  da pressão alcançada no exame das pressões inspiratória e expiratória de pico, conforme ilustrado no Gráfico II, baseado nos estudos de Nickerson e Keens [14] e Hart *et al.* [15], os quais descrevem como sendo,

pressões inspiratória e expiratória sustentadas. As variáveis avaliadas obtiveram nível de significância  $p < 0,001$  para endurance da pressão expiratória e  $p < 0,02$  para pressão inspiratória.

**Gráfico 2** - Pimáx e Pemáx antes e depois de treinamento de endurance.



Liaw *et al.* [16] observaram que após 6 semanas de treinamento específico da musculatura respiratória em pacientes com lesão cervical completa, ocorre um aumento significativo da Pemáx e Pimáx. Silva *et al.* [17] também encontraram com o treinamento aeróbico de MMSS em indivíduos com lesão medular torácica, um incremento na resistência à fadiga da musculatura respiratória. Já Uijl *et al.* [18] encontraram um incremento na execução do exercício aeróbico com o treinamento da musculatura respiratória de indivíduos com lesão medular cervical incompleta, isto indica que o treinamento dos músculos respiratórios resulta em um aumento na resistência destes músculos, juntamente com um aumento no desempenho do exercício aeróbico, logo, um indivíduo que não pode participar de um programa de treinamento aeróbico, pode ao menos desenvolver o treinamento domiciliar da musculatura respiratória e aumentar sua resistência aeróbica.

Van Der Esch *et al.* [19] em um estudo com pacientes com espondilite anquilosante (patologia que reduz a complacência torácica) concluíram que as pressões inspiratória e expiratória estão significativamente relacionadas com a aptidão física, particularmente a pressão inspiratória está fortemente correlacionada com a capacidade física máxima.

A melhora da tolerância aos esforços (aptidão física) foi expressa através do teste de esforço adaptado, conforme tabela I. Os relatos de fadiga do paciente entre 9 e 10 na escala CR10 de Borg, referindo-se a fadiga muscular e respiratória respectivamente, promoveram a interrupção do teste de esforço pré-treinamento aos 18 minutos, completando 9 estágios, com velocidade de 90 rpm, carga 40, com FC de 122 bpm. No teste pós-treinamento, no estágio equivalente ao que houve a interrupção do primeiro teste, com a mesma velocidade e carga, o paciente referiu absolutamente nada de esforço percebido, ou seja, zero; mantendo a FC em 78 bpm. O pós-teste foi interrompido aos 28 minutos do 14º estágio, devido a limitação do cicloergômetro, pois o indivíduo atingiu a carga máxima do equipamento. Após este estágio o mesmo permaneceu no cicloergômetro por um período de 40 minutos, sendo a atividade interrompida aos 68 minutos, quando

o paciente referiu mal estar físico, socilitando para encerrar a atividade. Portanto, observa-se uma importante evolução no teste de esforço, o que indica uma melhora na aptidão física, pois o indivíduo tolerou melhor o estágio do teste pós-treinamento, apresentando menor sensação de esforço.

**Tabela I** - Teste de esforço adaptado com o cicloergômetro para os MMSS e MMII.

Variáveis	Pré- treinamento	Pós- treinamento
Velocidade	90 rpm	90 rpm
Carga	40 rpm	40 rpm
FC	122 bpm	78 bpm
Borg resp	10	0
Borg musc	9	0
Tempo	18 min	18 min
Estágio	9	9

Os aumentos da tolerância aos esforços também podem ser confirmados através da análise da média das variáveis avaliadas semanalmente durante o treinamento, sendo estas: tempo, FC, velocidade e carga. Estas duas últimas variáveis foram controladas de modo a manter a FC em 70% da FCmáx, e a estimativa de esforço percebido tanto muscular quanto respiratório, por meio da escala CR10 de Borg entre 2 a 5 equivalente ao esforço aeróbico, conforme Tabela II.

Quanto à aptidão cardiorespiratória, houve uma ampliação no tempo de treinamento, velocidade e carga tolerada pelo indivíduo.

**Tabela II** - Médias das variáveis coletadas durante as 6 semanas de condicionamento aeróbico.

Estágio de treinamento	Velocidade (rpm)	Carga	Tempo (min)
1º SEM	86,94	0	25,33
2º SEM	88,3	9,66	39,33
3º SEM	87,5	13,33	41,00
4º SEM	87,5	24,45	41,00
5º SEM	92,5	32,78	41,00
6º SEM	102,5	39,63	41,00

Knutsson *et al.* *apud* Haddad [20], estudaram os efeitos do treinamento físico (TF) de MMSS em indivíduos paraplégicos. Eles realizaram de quatro a cinco sessões de TF semanais com duração total de seis semanas. Nos paraplégicos com lesão abaixo da 6ª vértebra torácica aumentou a capacidade de trabalho físico em 50%. Ao contrário, nos indivíduos com lesão entre a 5ª vértebra cervical e a 6ª torácica, houve pouca ou nenhuma melhora em resposta ao programa de TF.

De acordo com o princípio da especificidade, o treinamento com manivela de braços, ou seja, cicloergometria de MMSS, não beneficia um aumento na função dos MMSS ou a propulsão da cadeira de rodas. Para isto é importante aumentar a força dos músculos posteriores do ombro e

dorso superior, usando um ergômetro com cadeira de rodas [21].

Várias publicações têm demonstrado adaptações cardiorrespiratórias benéficas nos pacientes paraplégicos quando submetidos a treinamento com cicloergômetro de MMSS, seus efeitos estão relatados na literatura e descritos abaixo:

Dicarlo *apud* Nascimento [6] propôs avaliar os efeitos de treinamento com cicloergômetro de MMSS na função cardiopulmonar e resistência funcional na propulsão de cadeira de rodas em indivíduo com tetraplegia crônica. Este estudo demonstrou um aumento significativo na função cardiopulmonar e resistência funcional, contribuindo também na execução das AVDs. Os resultados indicaram que a melhora qualitativa e quantitativa da capacidade cardiorespiratória pelo exercício aeróbico realizado com os MMSS, é comparativamente a mesma observada com os MMII.

Haddad [20] utilizou um programa de TF de endurance com cicloergômetro de MMSS para melhorar a capacidade cardiorespiratória ao exercício submáximo e máximo em um indivíduo com tetraplegia. Os resultados verificados após o término do TF revelaram que a capacidade máxima de exercício e a potência aeróbica aumentaram 37% e 55% respectivamente.

Nascimento [6] descreve em seu estudo que há uma diminuição da função cardiorespiratória em paraplégicos sedentários em comparação com atletas em cadeira de rodas, essa fraqueza cardiorespiratória pode ser superada com a implementação de um programa de exercício regular para os MMSS.

Finalmente, os resultados da presente pesquisa não mostraram alterações quanto ao status da qualidade de vida e funcionalidade segundo o PSN e Escala FIM respectivamente, uma vez que o paciente apresentou no início do tratamento uma pontuação de 14 no PSN e ao término do tratamento uma redução de 1 ponto, verificada no item 7 que corresponde "Eu me sinto extremamente irritado (com os nervos a flor da pele)". Na escala FIM, apresentou independência total, níveis 6 e 7, antes e após o tratamento. Baseado nos relatos verbais do paciente há indícios de que houve uma melhora no seu cotidiano, relacionada à disposição e sensação de bem estar. Mesmo que estes dados sejam subjetivos, contrastam com os resultados do PSN e Escala FIM, visto que na admissão no programa de treinamento o sujeito da pesquisa já se encontrava reabilitado e totalmente independente, pressupõe-se que alterações sutis não foram detectadas pelos instrumentos de medida utilizados.

## Conclusões

A partir das análises dos resultados encontrados pode-se concluir que o treinamento aeróbico com o cicloergômetro para membros superiores e inferiores foi benéfico neste caso de paraplegia alta por TRM. Houve um significativo incremento da endurance da musculatura respiratória, aumento da

força da musculatura respiratória e da tolerância ao esforço, sem alterar a qualidade de vida e a independência funcional. E mesmo o paciente sendo crônico, reabilitado e totalmente independente, o protocolo proposto pôde trazer benefícios em curto prazo.

Recomenda-se que pacientes lesados medulares por TRM sejam encaminhados a programas de treinamento aeróbicos, logo que o quadro clínico esteja estabilizado. Visto que este treinamento mostrou-se eficiente mesmo no estágio crônico de reabilitação, sugere-se continuar os estudos com cicloergometria dos quatro membros. O baixo custo e a segurança na realização dos procedimentos envolvendo a cicloergometria devem encorajar pesquisadores e clínicos no uso desta técnica.

## Referências

1. Greve JMD. Diagnóstico e tratamento da lesão da medula espinhal. São Paulo: Roca; 2001.
2. Nadeau M et al. Fisiologia aplicada na atividade física. São Paulo: Manole; 1985.
3. Glaser RM et al. The physiology of exercise. In: Apple DF, ed. Physical fitness: A guide for individuals with SCI. Department of Veterans Affairs-Veterans Health Administration, 1996; 3-23.
4. Pryor JA, Webber BA. Fisioterapia para problemas respiratórios e cardíacos. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2002.
5. Costa D. Fisioterapia respiratória básica. São Paulo: Atheneu; 2004.
6. Nascimento APC. Projeto e desenvolvimento de um cicloergômetro para membros superiores e inferiores. [Dissertação]. São Carlos: Instituto de Química de São Carlos - Universidade de São Paulo, 2004.
7. Frontera W et al. Exercício físico e reabilitação. Porto Alegre: Artmed; 2001.
8. Stokes M. Neurologia para fisioterapeutas. São Paulo: Premier; 2000.
9. Bohannon R, Smith W. International reability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Phys Ther 1981;67:206-7.
10. Ditunno JF et al. The international standars booklet for neurological and functional classification of spinal cord injury. Paraplegia 1994;32:70-80.
11. Teixeira-Salmela LF et al. Adaptação do perfil de saúde de Nottingham: um instrumento simples de avaliação da qualidade de vida. Cad Saúde Pública 2004;20:905-14.
12. Balady GJ et al. Diretrizes da ACSM para testes de esforço e sua prescrição. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
13. Borg G. Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido. São Paulo: Manole; 2000.
14. Nickerson BG, Keens TG. Measuring ventilatory muscle endurance in humans as sustainable inspiratory pressure. J Appl Physiol 1982;52:768-72.
15. Hart N et al. A novel clinical test of respiratory muscle endurance. Eur Respirat J 2002; 19:232-39.
16. Liaw MY et al. Resistive inspiratory muscle training: its effectiveness in patients with acute complete cervical cord injury. Arch Phys Med Rehabil 2000;81:752-56.
17. Silva AC et al. Effect of aerobic training on ventilatory muscle endurance of spinal cord injured men. Spinal Cord 1998;36:240-5.
18. Uijil SG et al. Training of the respiratory muscles in individuals with tetraplegia. Spinal Cord 1999;37:575-9.
19. Esch MVD et al. Respiratory muscle performance as a possible determinant of exercise capacity in patients with ankylosing spondylitis. Aust J Phys 2004;50:41-5.
20. Haddad S et al. Efeito do treinamento físico aeróbico de membros superiores de curta duração no deficiente físico com hipertensão leve. Arq Bras Cardiol 1997;69:173-93.
21. Myslinski MJ. Evidence-based exercise prescription for individuals with spinal cord injury. J Neurol Phys Ther 2005.



**CURSOS e WORKSHOPS**  
diversos, dentre eles  
**Pilates e Pilates c/ bola**

*Convênios e Particulares • Horários Promocionais*

Avn. Princesa Isabel, 334 • Sala 205 • Bloco I • Copacabana • RJ  
Tels.: (21) 3209-0617 • 9109-1757  
conceitus@oi.com.br



**RPG**

**PILATES**

(aula experimental grátis)

**ACUPUNTURA**

**FISIOTERAPIA**

Ambulatorial e Estética (pacotes promocionais)