

# Efeitos da Estabilização Segmentar Lombar no Equilíbrio de Tronco em Paraplégicos

## Effects of Lumbar Segmental Stabilization in Paraplegics' Trunk Balance

ABEL BARBOSA ARAÚJO GOMES<sup>1</sup>  
ANA LUISA CASTELO BRANCO GOMES<sup>2</sup>  
CÉSAR FERREIRA AMORIM<sup>3</sup>  
ADRIANA CARLA C. RIBEIRO CLEMENTINO<sup>4</sup>  
JOSÉ JAMACY DE ALMEIDA FERREIRA<sup>4</sup>  
HELEODÓRIO HONORATO DOS SANTOS<sup>4</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Analisar o efeito da técnica de estabilização segmentar no equilíbrio de tronco (ET) em paraplégicos. **Material e Métodos:** Participaram do estudo cinco sujeitos, do sexo masculino (31,2±12,93 anos) com diagnóstico de lesão medular (T<sub>6</sub> a L<sub>1</sub>) e submetidos à avaliação eletromiográfica dos músculos multifido lombar (ML) e transverso do abdômen (TrA) e do ET, em duas posições (mãos nos joelhos e braços cruzados), antes e após quatro semanas de treino de estabilização segmentar lombar (ESL). As comparações das médias da *Root Mean Square* (RMS) do sinal EMGs e do deslocamento do centro de pressão (CP), pré e pós-treino foram realizadas no *Software* SPSS (15.0), utilizando os testes *t Student* e *Wilcoxon*, com nível de significância de 5%. **Resultados:** Houve diferença significativa na RMS do sinal EMGs (P=0,043) para os dois músculos analisados (ML e TrA) e também no deslocamento total do CP entre as avaliações pré e pós-treino, tanto na posição de mãos nos joelhos (P=0,014) quanto na posição de braços cruzados (P=0,022). **Conclusão:** Os resultados mostram que o protocolo de ESL empregado foi eficiente na melhora no equilíbrio do tronco e na ativação dos músculos ML e TrA.

### DESCRIPTORIOS

Medula Espinal. Fisioterapia. Eletromiografia.

### SUMMARY

**Objective:** To analyze the effect of segmental stabilization on paraplegics' trunk balance. **Material and Methods:** This study included five male subjects (31.2 ± 12.93 years) diagnosed with spinal cord injury (T<sub>6</sub> to L<sub>1</sub>). They were submitted to electromyographic evaluation of the lumbar multifidus (LM) and transversus abdominus (TrA) muscles, in addition to TB assessment in two positions (hands on knees and crossed arms), before and after four weeks of lumbar segmental stabilization (LSS) training. The comparisons of the *Root Mean Square* (RMS) of the EMGs signal and of the displacement of the pressure center (PC) pre- and post-training were conducted on SPSS software (15.0). The Student and Wilcoxon tests were used, with significance level of 5%. **Results:** There was significant difference in the RMS of the EMGs signal (p=0.043) for the two muscles analyzed (LM and TrA) and in the total displacement of the PC between pre- and post-training, both in the hands on knees position (p=0.014) and in the crossed arms position (p=0.022). **Conclusion:** The findings showed that the LSS protocol was efficient in improving the balance of the trunk and the activation of the TrA and LM muscles.

### DESCRIPTORS

Spinal cord. Physiotherapy. Electromyography.

- 1 Fisioterapeuta da Clínica Mãe de Deus (CMD), Boa Vista/RR, Brasil.
- 2 Fisioterapeuta da Secretaria Municipal de Saúde de João Pessoa (SMS/JPA), João Pessoa/PB, Brasil.
- 3 Docente do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Cidade de São Paulo (Unicid), São Paulo/SP, Brasil.
- 7 Docentes do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa/PB, Brasil.

A lesão medular (LM) é uma incapacidade motora de baixa incidência e alto custo de tratamento, que requer mudanças no estilo de vida de um indivíduo (FULK, SCHMITZ, BEHRMAN, 2010). Acidentes automobilísticos e com armas de fogo acontecem diariamente e deixam como resultado vítimas entre 20 a 24 anos de idade, com estimativa de cerca de 11.300 novos casos/ano no Brasil, ou seja, 71 casos novos por milhão de habitantes (MEDOLA *et al.*, 2009).

Atualmente há maior conscientização quanto à necessidade de exercício físico para essa população, que a depender do nível de seqüela, sofrerá com mais doenças relacionadas à inatividade do que a população em geral (MOHR *et al.*, 1999).

Para que esses indivíduos possam adaptar-se ao novo meio é preciso uma série de adequações corporais e funcionais, e dentre elas, o controle de tronco (CT) é considerado um pré-requisito funcional para o alcance da estabilização em cadeira de rodas (DEAN, SHEPHERD, ADAMS, 1999, KAMINSKI, BOCK, GENTILE, 1995, PIGEON *et al.*, 2000) sobretudo, pela ação antecipatória dos músculos eretores da espinha e abdominais (TYLER, HASAN, 1995).

A estabilidade da cintura pélvica e da coluna lombar tem uma grande importância no equilíbrio corporal e no CT, em indivíduos com LM. Como estes indivíduos não possuem a funcionalidade dos membros inferiores, eles precisam de estabilidade lombo-pélvica para que o tronco e os membros superiores realizem os movimentos necessários e tenham força suficiente para manter atividades da vida diária (AVD), tais como: conduzir a cadeira de rodas, banharem-se, alimentarem-se, vestirem-se e realizarem transferências. Para isso, é preciso que os músculos estabilizadores espinhais profundos e superficiais abdominais estejam fortalecidos (HALL, BRODY, 2001).

Existem evidências que os músculos multifídeos lombar (ML) e transversos abdominais (TrA) têm um papel substancial na estabilidade segmentar da coluna (HODGES, RICHARDSON, 1996) e o seu fortalecimento, denominado de treinamento de estabilização segmentar lombar (ESL), promove, em regime preventivo e terapêutico, estabilidade funcional, diminuindo a incidência de lesões e desconfortos no complexo lombo-pélvico (GOUVEIA, GOUVEIA, 2008). No entanto, estes estudos têm mostrado resultados importantes, especialmente, na melhora da lombalgia crônica (BARR, GRIGGS, CADBY, 2005, GOUVEIA, GOUVEIA, 2008, PANJABI, 1992, RICHARDSON, JULL, 1995) por incluir posições estáticas e de movimento controlado na promoção de ação muscular eficiente (RICHARDSON, JULL, 1995), porém eles têm sido aplicados apenas em

indivíduos com funcionalidade nos membros inferiores, mas, nunca em paraplégicos.

Em virtude da ausência de estudos na literatura sobre a utilização da ESL em indivíduos sem funcionalidade dos membros inferiores, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do treino de ESL, adaptado, no equilíbrio do tronco e na musculatura lombar em paraplégicos.

## METODOLOGIA

### Características da amostra

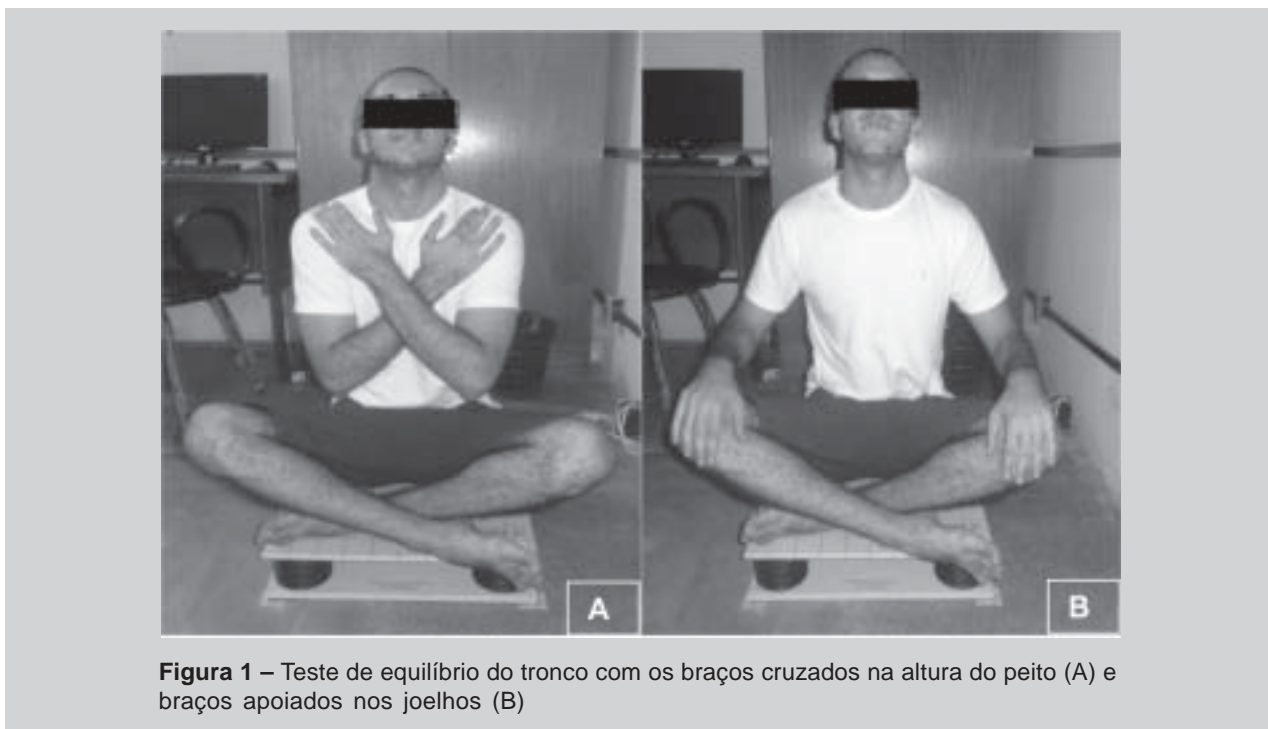
Inicialmente, 7 indivíduos participaram do estudo, porém 2 deles foram desligados do mesmo, por não completarem o programa de treinamento. Assim, a amostra constou de 5 indivíduos do sexo masculino ( $31,2 \pm 12,93$  anos,  $1,74 \pm 0,06$  m e  $64,8 \pm 16,39$  kg), com diagnóstico de lesão medular entre os níveis T<sub>6</sub> e L<sub>1</sub>, segundo critérios da *American Spinal Injury Association* (ASIA).

Não foram incluídos no estudo indivíduos com: lesão medular acima de T<sub>6</sub>, problemas cardiovasculares, diagnóstico de vertigem, deficiência visual ou auditiva, limitação na amplitude de movimento dos membros superiores, úlceras de pressão, cirurgias recentes na coluna e tronco, gestantes e impossibilitados de permanecerem sentados em cadeira de rodas ou no chão.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital Universitário Lauro Wanderley da Universidade Federal da Paraíba - HULW/UFPB, (protocolo CEP nº 362/2011), e antes dos procedimentos, os indivíduos foram instruídos sobre o estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

### Procedimentos

Para o registro da oscilação do tronco, os indivíduos foram posicionados em sedestação (com pernas cruzadas e tronco ereto), sobre a plataforma de equilíbrio (Biomec 400 - EMG System, Brasil), por um período de 30s, antes e após a aplicação do protocolo de estabilização segmentar lombar (ESL), adotando duas posições: braços cruzados na altura do peito (Figura 1A) e mãos apoiados nos joelhos (Figuras 1B), de acordo com De FOA *et al.*, (1989). Cada posição foi avaliada 3 vezes com tempo de descanso de 1 minuto entre elas e em seguida, calculada a média do deslocamento total, amplitudes médio-lateral e ântero-posterior do Centro de Pressão (CP).



**Figura 1** – Teste de equilíbrio do tronco com os braços cruzados na altura do peito (A) e braços apoiados nos joelhos (B)

Para registro do sinal eletromiográfico de superfície (EMGs) foi utilizado um eletromiógrafo portátil (PS600, *Biometrics*, UK), com eletrodos ativos (simples diferencial), fixados nos músculos Multifídus Lombar (ML) e Transverso do Abdome (TrA) do lado direito, escolhido de forma aleatória.

Para o músculo ML, o eletrodo foi posicionado tomando-se como referência uma linha que liga a espinha ilíaca pósterio-superior (EIPS) e o espaço interespinhoso de  $L_1$  e  $L_2$ , ao nível medular de  $L_5$  (Figura 2A), com o indivíduo posicionado em decúbito ventral realizando a extensão do tronco e mantendo-o em contração isométrica (BIEDERMANN *et al.*, 1991, FRANÇA, 2009, JASSI, 2010, THOMPSON, BIEDERMANN, 1993, VAN DIEEN *et al.*, 1993).

Para o músculo TrA, o eletrodo foi posicionado num ponto localizada a 2 cm medial e 2 cm caudal da espinha ilíaca ântero-superior (EIAS), medialmente ao ligamento inguinal, a partir da posição de decúbito dorsal (Figura 2B) e o EMGs foi realizado a partir da flexão do tronco em contração isométrica (PEREIRA, FERREIRA, PEREIRA, 2010).

Com o intuito de evitar ruído no sinal eletromiográfico, foi feita a tricotomia, abrasão e limpeza da pele com álcool a 70%, e os eletrodos fixados com fita adesiva dupla face, esparadrapo e faixas elásticas com velcro. Cada indivíduo realizou, em cada posição do tronco (DV e DD) 3 contrações de 10 segundos com intervalo de 2 minutos, e encontrada a média entre elas.

#### *Treino de ESL*

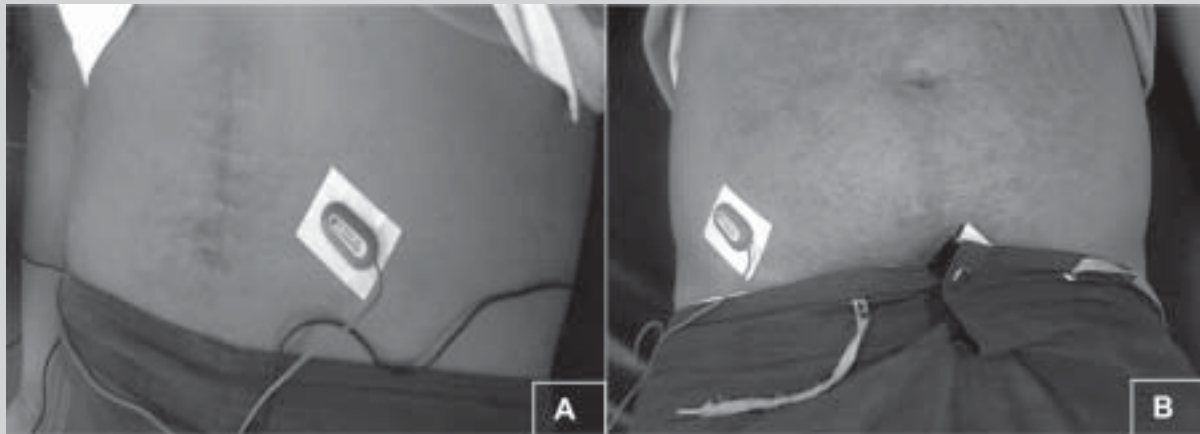
Este programa de ESL foi adaptado para paraplégicos e aplicado 3 vezes por semana (segunda, quarta e sexta-feira), durante 4 semanas, com duração aproximada de 40 minutos por sessão. A primeira das 3 sessões semanais tinha a orientação e supervisão do fisioterapeuta e as outras duas eram realizadas em domicílio, sem a presença do mesmo.

O protocolo de ESL proposto (FRANÇA, 2009) foi composto de 12 níveis, fazendo com que cada participante evoluísse um nível a cada sessão compreendendo 12 contrações isométricas com 10s de duração e intervalo de 30s entre elas, conforme mostrado a seguir:

**Nível 1 (N1):** Indivíduo em decúbito dorsal (DD), com joelhos estendidos e membros superiores (MMSS) ao lado do corpo, realizando contração isométrica do músculo TrA e em decúbito ventral (DV), joelhos estendidos e MMSS ao lado do corpo, realizando contração isométrica do músculo ML;

**Nível 2 (N2):** Indivíduo em DD, joelhos estendidos e MMSS ao lado do corpo, flexão unilateral do membro superior a 90°, seguida de flexão bilateral dos membros superiores, na mesma angulação, sempre contraindo o abdome durante os movimentos dos MMSS;

**Nível 3 (N3):** Indivíduo em DD, mantendo a posição do nível anterior (N2), seguida da elevação dos



**Figura 2** – Colocação dos eletrodos nos músculos: Multífido Lombar (A) e Transverso Abdominal (B)

ombros da superfície de apoio, com manutenção da contração da musculatura abdominal;

**Nível 4 (N4):** Indivíduo em DD, joelhos fletidos e pés apoiados na superfície pelo fisioterapeuta ou cuidador, realizando flexão unilateral do membro superior a 90°, seguida de flexão bilateral dos MMSS, na mesma angulação, ao mesmo tempo que mantém a contração isométrica do músculo TrA;

**Nível 5 (N5):** Indivíduo em DD, mantendo a posição do nível anterior (N4), acrescida de elevação uni e bilateral dos ombros, da superfície de apoio;

**Nível 6 (N6):** Indivíduo em DD, joelhos estendidos, realizando flexão alternada dos membros superiores, e em DV, joelhos estendidos, mãos entrelaçadas na nuca e MMSS em abdução (90°), mantendo o tronco em extensão (contração isométrica);

**Nível 7 (N7):** Em DD, joelhos estendidos, flexão bilateral dos membros superiores a 90° e elevação alternada dos ombros da superfície de apoio, e em DV, joelhos estendidos, flexão bilateral dos ombros (180°), MMSS estendidos e elevados da superfície de apoio mantendo a extensão da cabeça;

**Nível 8 (N8):** Em DD, joelhos fletidos e pés apoiados na superfície pelo fisioterapeuta ou cuidador, MMSS fletidos a 90° associada à elevação alternada do ombro da superfície de apoio e em DV, joelhos estendidos, realizando movimentos alternados de flexo-extensão dos MMSS (sem tocar na superfície de apoio), mantendo a extensão da cabeça;

**Nível 9 (N9):** Em DD, joelhos fletidos e pés apoiados na superfície pelo fisioterapeuta ou cuidador, flexão bilateral dos MMSS a 90° e abdução horizontal dos ombros. Em DV, joelhos estendidos, levar os 2

MMSS à frente da cabeça (sem tocar na superfície de apoio), mantendo a extensão do tronco;

**Nível 10 (N10):** Indivíduo mantendo a posição inicial do nível anterior (N9), elevando os ombros e a cabeça da superfície de apoio. Em DV, joelhos estendidos, realizando abdução/adução dos MMSS (sem tocar na superfície de apoio), mantendo a extensão do tronco e da cabeça;

**Nível 11 (N11):** Indivíduo mantendo a posição inicial do nível anterior (N10), realizando flexão do tronco (abdominal) com ombros fletidos a 90° e MMSS em extensão. Em DV, joelhos estendidos, realizando abdução/adução alternada dos MMSS (sem tocar na superfície de apoio), mantendo a extensão do tronco e da cabeça;

**Nível 12 (N12):** Indivíduo mantendo a posição inicial do nível anterior (N11), realizando flexão do tronco (abdominal), tentando tocar as mãos nos joelhos, e em DV, joelhos estendidos, realizando abdução/adução dos MMSS (sem tocar na superfície de apoio), com flexo-extensão dos cotovelos, mantendo a extensão do tronco e da cabeça.

#### *Análise dos dados*

Os indivíduos foram avaliados, antes e após 12 sessões de treino de ESL, quanto ao equilíbrio do tronco e à atividade eletromiográfica (ML e TrA) em resposta ao protocolo de treinamento proposto.

Os dados foram analisados no *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS - 15.0). Inicialmente, foi realizado o teste de normalidade dos dados (Shapiro-Wilk), seguido do teste t *Student*

(pareado) na comparação das médias da oscilação do tronco e do teste de *Wilcoxon* para comparar os valores da *Root Mean Square* (RMS) dos músculos ML e TrA, pré e pós-treino de ESL, considerando-se um nível de significância de 5% em todas as análises.

## RESULTADOS

De acordo com a Tabela 1, na comparação das médias de oscilação do Centro de Pressão (CP) do tronco (deslocamento total, amplitude ântero-posterior-AP e amplitude médio-lateral-ML), pré e pós-treino de ESL, houve diminuição significativa no deslocamento total, tanto na posição de “mãos nos joelhos” quanto na posição de “braços cruzados” ( $P=0,014$  e  $P=0,022$ , respectivamente).

## DISCUSSÃO

No presente estudo, a diminuição do deslocamento total do CP, nas duas posições de teste (mãos nos joelhos e braços cruzados), confirma que o treino de ESL, mesmo sendo considerado de curto período (4 semanas), melhorou o equilíbrio de tronco dos pacientes paraplégicos.

Segundo SHUMMWAY-COOK, MCCOLLUM, (2001), quanto menor a oscilação do tronco, na direção ântero-posterior (DAP) e médio-lateral (DML), maior será sua estabilidade. Nossos achados corroboram com o estudo de PEREIRA, FERREIRA, PEREIRA, (2010), que também encontraram melhora da capacidade funcional, após treino de ESL de curto período (12 sessões) em mulheres jovens com lombalgia crônica.

Corroborando com nossos resultados, estudos de revisão da literatura realizados por FRANÇA *et al.*,

(2008) e SANTOS *et al.*, (2011), relatam que o controle do tronco está diretamente ligado aos músculos profundos do tronco, em especial o ML e TrA. O músculo ML controla o movimento vertebral da região lombar durante as posturas assumidas, protege as estruturas articulares, discos e ligamentos das tensões e injúrias excessivas, enquanto que o músculo TrA, por ter inserção na fáscia tóraco-lombar é o maior responsável pelo aumento da pressão intra-abdominal, junto as fibras profundas do ML é o primeiro a ser ativado no corpo durante atividades dos membros inferiores.

Pesquisas realizadas nos últimos 12 anos, utilizando a eletromiografia de superfície (EMGs) em músculos estabilizadores da região lombar e do tronco, mostram a importância destes para estabilidade da região lombo-pélvica (SHUMMWAY-COOK, MCCOLLUM, 2001, URQUHART *et al.*, 2005) e oferecem importantes informações a respeito das alterações no comportamento antecipatório desses músculos (HODGES, CRESSWELL, THORSTENSSON, 1999, 2001, MARSHALL, MURPHY, 2003, SILFIES *et al.*, 2009, TSAO, HODGES, 2007, 2008).

No presente estudo os resultados do EMGs mostraram que todos os indivíduos da amostra, submetidos ao treino de ESL de curta duração, apresentaram aumento significativo na amplitude dos músculos ML e TrA.

Os estudos de HODGES, RICHARDSON, (1999) e SILFIES *et al.* (2009), mostraram que existe pré-ativação dos músculos ML e TrA, no grupo controle quando comparado ao grupo de indivíduos com lombalgia crônica, indicando a importância destes músculos no controle lombo-pélvico.

MARSHALL, MURPHY (2003) realizaram um estudo com 20 voluntários saudáveis e confirmaram a associação entre a pré-ativação do TrA e os movimentos, tanto de membros superiores quanto de

Posições	Pré-Treino	Pós-Treino	Valor P
<i>Mãos nos Joelhos</i>			
Deslocamento Total (cm)	26.59±7.35	19.45±3.85	0,014
Amplitude AP (cm)	1.05±0.27	0.72±0.44	0,158
Amplitude ML (cm)	0.70±0.19	0.53±0.23	0,111
<i>Braços Cruzados</i>			
Deslocamento Total (cm)	27.44±3.63	19.50±2.87	0,022
Amplitude AP (cm)	0.98±0.43	0.64±0.23	0,144
Amplitude ML (cm)	0.70±0.25	0.59±0.08	0,450

Legenda: AP = Ântero-Posterior; ML = Médio-Lateral

Músculos	Pré-Treino (mV)	Pós-Treino (mV)	Valor P
Multífidus lombar	102.62±66.87	123.38±62.21	0,043
Transverso Abdominal	78.93±57.21	136.36±70.22	0,043

**Legenda:** mV = miliVolts

**Nota:** Teste de Wilcoxon

inferiores já demonstrada por HODGES *et al.*, (1997) e que isto pode influenciar na melhora no equilíbrio de tronco.

No presente estudo, apesar da pré-ativação dos músculos ML e TrA não ter sido avaliada, ficou demonstrado que o treino de ESL aplicado, promoveu um aumento da atividade elétrica destes músculos, levando a um maior controle de tronco verificado por meio da diminuição do deslocamento total.

Diversos estudos têm sido feitos nas últimas décadas demonstrando que exercícios específicos para os músculos ML e TrA, (exercícios de ESL), auxiliam no tratamento da dor lombar e nas disfunções do equilíbrio do tronco (AROKOSKI *et al.*, 2001, HIDES *et al.*, 1994). Eles enfatizam que estes músculos promovem a estabilidade da coluna vertebral, aperfeiçoando o controle do movimento segmentar (MACDONALD, MOSELEY, HODGES, 2006), a estabilidade vertebral, a força muscular, a orientação da coluna vertebral, ou até mesmo uma combinação dessas características (HODGES, RICHARDSON, 1998, HODGES *et al.*, 1999, MACDONALD, MOSELEY, HODGES, 2006, RICHARDSON *et al.*, 1992)

#### *Limitações do estudo*

Além da escassez de estudos utilizando o treino de ESL em paraplégicos, uma vez que, a quase totalidade deles diz respeito a sua ação na dor lombar, faz-se necessário aumentar o número de indivíduos da amostra, adotar um protocolo com pelo menos 8 semanas de treino, além da adoção de exames de imagens (ultrassonografia ou ressonância nuclear magnética) para aferição da área de secção transversa (AST) destes músculos para que se possa generalizar os resultados.

#### **CONCLUSÃO**

Os resultados do estudo mostraram que o protocolo de ESL empregado foi eficiente na melhora do controle do tronco e na ativação dos músculos ML e TrA e com isso, espera-se que os paraplégicos tenham maior independência funcional e menor gasto energético, favorecendo assim, o tratamento fisioterapêutico.

## REFERÊNCIAS

1. AROKOSKI JP, VALTA T, AIRAKSINEM O, KANKAANPAA M. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. *Arch Med Phys Rehabil*, 82(8):1089-1098, 2001.
2. BARR KP, GRIGGS M, CADBY T. Lumbar stabilization: core concepts and current literature, part 1. *Am J Phys Med Rehabil*, 84(6):473-480, 2005.
3. BIEDERMANN HJ, SHANKS GL, FORREST WJ, LINGLIS J. Power spectrum analyses of electromyographic activity: discriminators in the differential assessment of patients with chronic low-back pain. *Spine*, 16(10):1079-1118, 1991.
4. DEAN C, SHEPHERD R, ADAMS R. Sitting balance I: trunk-arm coordination and the contribution of the lower limbs during self-paced reaching in sitting. *Gait Posture*, 10(2):135-146, 1999.
5. DE FOA JL, FORREST W, BIEDERMANN HJ. Muscle fibre direction of longissimus, iliocostalis and multifidus: landmark derived reference lines. *J Anat*, 163(2):243-247, 1989.
6. FRANÇA FJR. Estabilização segmentar lombar, fortalecimento e alongamento no tratamento da lombalgia crônica: um estudo comparativo [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2009.
7. FRANÇA FJR, BURKE TN, CLARET DC, MARQUES AP. Estabilização segmentar da coluna lombar nas lombalgias: uma revisão bibliográfica e um programa de exercícios. *Fisioter Pesq*, 15(2):200-206, 2008.
8. FULK GD, SCHMITZ TJ, BEHRMAN AL. Lesão medular. In: O'SULLIVAN SB. *Fisioterapia: avaliação e tratamento*. 5. ed., São Paulo: Manole, 2010, p. 101-87; 1506 p.
9. GOUVEIA KMC, GOUVEIA EC. O músculo transverso abdominal e sua função de estabilização da coluna lombar. *Fisioter Mov*, 21(22):45-50, 2008.
10. HALL CM, BRODY LT. *Exercício terapêutico: na busca da função*. 1. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, 844 p.
11. HIDES JA, STOKES MJ, SAIDE M, JULL GA, COOPER DH. Evidence of lumbar multifidus muscle wasting ipsilateral to symptoms in patient with acute/subacute low back pain. *Spine*, 19(2):165-172, 1994.
12. HODGES PW, RICHARDSON CA. Delayed postural contraction of transverses abdominis in low back pain associated with movement of the lower limbs. *J Spinal Disor*, 11(1):46-56, 1998.
13. HODGES PW, RICHARDSON CA. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch Med Phys Rehabil*, 80(9):1005-1012, 1999.
14. HODGES PW, RICHARDSON CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor evaluation of transverses abdominis. *Spine*, 21(22):2640-2650, 1996.
15. HODGES PW, RICHARDSON CA, HIDES C. Feedforward contraction of transverses abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res*, 114(2):362-370, 1997.
16. HODGES PW, CRESSWELL AG, THORSTENSSON A. Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement. *Exp Brain Res*, 124(1):69-79, 1999.
17. HODGES PW, CRESSWELL AG, THORSTENSSON A. Perturbed arm movement cause short-latency postural responses in trunk muscles. *Exp Brain Res*, 138(2):243-245, 2001.
18. JASSI FJ. Análise do comportamento eletromiográfico dos músculos estabilizadores primários e a relação com a capacidade física funcional de indivíduos assintomáticos [dissertação]. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita; 2010. 134 p.
19. KAMINSKI TR, BOCK C, GENTILE AM. The coordination between trunk and arm motion during pointing movements. *Exp Brain Res*, 106(3):457-466, 1995.
20. MACDONALD DA, MOSELEY GL, HODGES PW. The lumbar multifidus: does the evidence support clinical beliefs? *Man Ther*, 11(4):254-263, 2006.
21. MARSHALL P, MURPHY B. The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *J Electromyogr Kinesiol*, 13(5):477-489, 2003.
22. MEDOLA FO, CASTELLO GL, FREITAS LN, BUSTO RM. Avaliação do alcance funcional de indivíduos com lesão medular espinal usuários de cadeira de rodas. *Rev Movimenta*, 2(1):12-16, 2009.
23. MOHR T, ANDERSEN JL, BIERING-SORENSEN F, GALBO H, BANGSBO J, WAGNER A, et al. Adaptação de longo prazo ao treinamento cíclico induzido eletricamente em indivíduos com severa lesão na medula espinal. *Acta Fisiatr*, 6(1):21-39, 1999.
24. PANJABI M. The stabilizing system of the spine. part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*, 5(4):383-389, 1992.
25. PEREIRANT, FERREIRALAB, PEREIRA WM. Efetividade de exercícios de estabilização segmentar sobre a dor lombar crônica mecânico-postural. *Fisioter Mov*, 23(4):605-14, 2010.
26. PIGEON P, YAHIA LH, MITNITSKI AB, FELDMAN AG. Superposition of independent units of coordination during pointing movements involving the trunk with and without visual feedback. *Exp Brain Res*, 131(3):336-349, 2000.
27. RICHARDSON C, JULL G. Muscle control, pain control: what exercises would you prescribe? *Man Ther*, 1(1):2-10, 1995.
28. RICHARDSON CA, JULL G, TOPPENBERG R, COMERFORD M. Techniques for active lumbar stabilization for spinal protection: a pilot study. *Aus J Phys Ther*, 38(2):105-112, 1992.
29. SANTOS RM, FREITAS DG, PINHEIRO ICO, VANTIN K, GUALBERTO HD, CARVALHO NAA. Estabilização segmentar lombar. *Med Rehabil*, 30(1): 14-17, 2011.
30. SHUMMWAY-COOK A, MCCOLLUM G. Assessment and treatment of balance in the neurologic patient. In: Montgomery P, Connolly B (Eds). *Motor control and physical therapy*. 2 ed. Hixson, TN: Chattanooga Corporation, 123-37, 1991. 240 p.
31. SILFIES SP, MEHTA R, SMITH SS, KARDUNA AR. Differences in feedforward trunk muscle activity in subgroups of patients with mechanical low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*, 90(7):1159-1169, 2009.
32. THOMPSON DA, BIEDERMANN H-J. Electromyographic power spectrum analysis of the paraspinal muscles: long-term reliability. *Spine*, 18(15):2310-2313, 1993.

33. TSAO H, HODGES PW. Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Exp Brain Res*, 181(4):537-546, 2007.
34. TSAO H, HODGES PW. Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 18(4):559-567, 2008.
35. TYLER AE, HASAN Z. Qualitative discrepancies between trunk muscle activity and dynamic postural requirements at the initiation of reaching movements performed while sitting. *Exp Brain Res*, 107(1):87-95, 1995.
36. URQUHART DM, HODGES PW, ALLEN TJ, STORY IH. Postural activity of the abdominal muscles varies between regions of these muscles and between body positions. *Gait Posture*, 22(4):2905-2931, 2005.
37. VAN DIEEN JH, VRIELINK HHEO, HOUSHEER AF, LÖTTTERS FBJ, TOUSSAINT HM. Trunk extensor endurance and its relationship to electromyogram parameters. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 66(5):388-396, 1993.

**Correspondência**

Heleodório Honorato dos Santos  
Av. Mons. Odilon Coutinho, 191/402  
Bairro: Cabo Branco  
João Pessoa – Paraíba – Brasil  
CEP: 58.045-120  
E-mail: dorioufpb@gmail.com