

Atividade eletromiográfica e cocontração dos músculos do tronco durante exercícios realizados com haste oscilatória: uma análise do efeito de diferentes posturas

Electromyographic activity and cocontraction of trunk muscles during exercises performed with an oscillatory pole: an analysis of the effect of different postures

Actividad electromiográfica y co-contracción de los músculos del tronco durante ejercicios con barra oscilante: análisis del efecto de diferentes posturas

Luis Renato Garcia Martinez Martins¹, Nise Ribeiro Marques², Juliana Rodrigues Soares Ruzene³, Ângela Kazue Morita⁴, Marcelo Tavella Navega^{2,5}

RESUMO | O objetivo deste estudo foi analisar a atividade eletromiográfica (EMG) e cocontração dos músculos do tronco durante a realização de exercícios com haste oscilatória em duas diferentes posturas (pelve neutra e pelve em retroversão). Participaram do estudo 20 mulheres jovens (idades entre 18 e 28 anos), sem dor lombar, recrutadas em uma população universitária. Para a coleta de dados foi realizado um exercício com haste oscilatória posicionada verticalmente ao solo, sendo segurada com ambas as mãos e oscilando no plano sagital. Este exercício foi realizado em duas diferentes posturas da pelve (neutra e retrovertida). Os sinais EMG foram coletados bilateralmente, sobre os músculos: oblíquo interno (OI), reto abdominal (RA), iliocostal lombar (IL) e multífidos (MU). A análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas demonstrou interação entre músculos e posturas ($F=5,18$; $p=0,003$), sendo que a ativação do músculo IL na postura neutra foi 7,93% maior do que a postura retrovertida ($p=0,055$), e a ativação do músculo OI foi 13,62% maior na postura retrovertida do que durante o exercício em postura neutra ($p=0,002$). De acordo com

os nossos resultados, a realização do exercício em postura com retroversão da pelve aumentou a ativação do músculo OI, enquanto o músculo IL apresentou maior ativação durante a realização do exercício em postura neutra. Futuros estudos são necessários para o entendimento das adaptações neuromusculares geradas pelo treino com exercícios com haste oscilatória e sua relevância para a prevenção e tratamento da dor lombar inespecífica.

Descritores | Eletromiografia; Modalidade de Fisioterapia; Cinesiologia Aplicada; Dor Lombar.

ABSTRACT | This study aimed at analyzing the electromyographic activity (EMG) and cocontraction of torso muscles during exercises with a flexi bar, in two different postures (neutral pelvis and posterior pelvic tilt). 20 young women with no lower back pain took part in the study (ages between 18 and 28 years) and they were recruited from a university population. In order to collect the data, an exercise was performed with a flexi bar being held with both hands. It was perpendicular to the ground and it was oscillating in the sagittal plane. That exercise

Estudo desenvolvido no Laboratório de Avaliação Músculoesquelética da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista – (UNESP) – Marília (SP), Brasil.

¹Discente do curso de Fisioterapia da UNESP – Campus Marília;

²Docente do curso de Fisioterapia da UNESP – Campus Marília;

³Fisioterapeuta, mestre em Desenvolvimento Humano e Tecnologias pela Universidade Estadual Paulista – Campus Rio Claro – Rio Claro (SP), Brasil.

⁴Fisioterapeuta do Centro de Estudos da Educação e da Saúde-CEES, UNESP – Campus Marília; Mestranda em Desenvolvimento Humano e Tecnologias.

⁵Docente do Programa de pós-graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias, Instituto de Biociências (UNESP) – Campus de Rio Claro.

Endereço para correspondência: Marcelo Tavella Navega – Av. Hygino Muzzi Filho, 737 – Mirante- CEP: 17525-000 – Marília (SP)

E-mail: navega@marilia.unesp.br – Data da apresentação: jan. 2014 – Aceito para publicação: abr. 2015

Fonte de financiamento: CNPq e Fapesp- Os autores declaram não haver conflito de interesses - Parecer do Comitê de Ética: 0616/2012.

was conducted in two different pelvis postures (neutral and posterior tilted). The EMG signals were collected bilaterally on the following muscles: internal oblique (IO), rectus abdominals (RA), iliocostalis lumborum (IL) and multifidus (MU). The analysis of variance (ANOVA) of repeated measurements was found to display an interaction between muscles and postures ($F=5.18$; $p=0.003$). The activation of IL muscle in the neutral posture was 7.93% higher than in the posteriorly tilted posture ($p=0.005$), and the activation of IO muscle was 13.62% higher in the posteriorly tilted posture than during the exercise in the neutral posture ($p=0.002$). According to our results, the performance of the exercise with a posteriorly tilted pelvis increased the activation of IO muscle, whereas IL muscle was found to have a higher activation when the exercise was performed in a neutral posture. Future studies need to be conducted in order to understand the neuromuscular adaptations that are generated by exercises with flexi bars, and their relevance to the prevention and treatment of nonspecific lower back pain.

Keywords | Electromyography; Physical Therapy Modality; Applied Kinesiology; Lower Back Pain.

RESUMEN | Este estudio tuvo por objetivo analizar la actividad electromiográfica (EMG) y la co-contracción de los músculos del tronco durante el ejercicio con barra oscilante en dos posturas

distintas, la pelvis neutral y la en retroversión. Participaron veinte mujeres entre los 18 hasta los 28 años de edad, sin dolor lumbar, reclutadas en una universidad. La recolección de datos se realizó por un ejercicio con barra oscilante, que colocada verticalmente al suelo, podría ser agarrada por ambas manos de las participantes y, así, oscilar en el plan sagital. Las señales EMG se recogieron de forma bilateral en los músculos oblicuo interno (OI), recto abdominal (RA), iliocostal lumbar (IL) y multifidus (MU). El análisis de la varianza (ANOVA) de las medidas repetidas mostró interacción entre músculos y posturas ($F=5,18$, $p=0,003$), siendo que la activación del músculo IL en la postura neutral fue un 7,93% mayor que en la postura en retroversión ($p=0,055$) y la activación del músculo OI fue un 13,62% mayor en la postura en retroversión que durante el ejercicio en la postural neutral ($p=0,002$). Con respecto a los resultados, el ejercicio realizado con la postura en retroversión de la pelvis aumentó la activación del músculo OI, mientras que el realizado con la postura neutral aumentó la activación del músculo IL. Es necesario que se hagan futuros estudios para comprender mejor las adaptaciones neuromusculares generadas por el entrenamiento con ejercicios con barra oscilante y su importancia para la prevención y el tratamiento del dolor lumbar inespecífico.

Palabras clave | Electromiografía; Modalidad de Fisioterapia; Quiinesiología Aplicada; Dolor Lumbar.

INTRODUÇÃO

A dor lombar de origem inespecífica caracteriza-se como umas das disfunções músculo-esqueléticas que mais acometem adultos, o que acarreta em um elevado custo ao sistema de saúde e previdência social^{1,2}. Entre as prováveis causas mais atribuídas ao aparecimento da dor lombar inespecífica está a redução da estabilidade da região lombar³.

A estabilidade da coluna lombar é mantida por meio da ação interligada de três subsistemas: o ativo, o passivo e o neural^{4,5}. O subsistema ativo é o primeiro mecanismo que é acionado para estabilizar os segmentos da coluna quando há ocorrência de perturbações externas^{6,7}. Este subsistema, que é composto pelos músculos do tronco, pode ser subdividido de acordo com suas características anatômicas e funcionais em: músculos locais, tais como multifídios, o transverso do abdômen (TrA) e o oblíquo interno (OI), que possuem inserção nas vértebras lombares e estabilizam os segmentos vertebrais; e músculos globais, tais como o reto do abdômen (RA), oblíquo externo

(OE) e iliocostal lombar (IL), que possuem inserção em pontos anatômicos diferentes nas vértebras e apresentam a função de gerar movimentos de grande amplitude⁸.

Estudos pregressos indicaram para o tratamento e prevenção da dor lombar inespecífica exercícios que promovam a ativação dos músculos estabilizadores do tronco, tais como o OI e o MU⁹. Entre as diversas técnicas de exercícios físicos que, recentemente, têm sido propostas para promover a cocontração e o treinamento da musculatura estabilizadora da coluna lombar estão os exercícios com haste oscilatória¹⁰. Neste tipo de exercício, diferentemente dos exercícios realizados sobre plataforma vibratória, a vibração da haste é produzida por meio da contração dos músculos do segmento superior e é transmitida a todo o corpo do indivíduo que realiza o exercício¹¹. Assim, a oscilação da haste promove perturbações no centro de massa do praticante do exercício que, para manter a estabilidade, tanto do centro de massa como da região lombar, adota ajustes posturais, tais como

a contração dos músculos profundos do abdômen, como o TrA e OI^{10,12,13}.

Além do possível mecanismo para o recrutamento dos músculos estabilizadores do tronco, a literatura atual também apresenta achados importantes sobre fatores que devem ser observados para a prescrição de exercícios com haste oscilatória^{10,12-15}. De acordo com o estudo de Gonçalves et al.¹⁵, a ativação da musculatura estabilizadora do tronco (OI e MU) é aumentada com o uso da haste oscilatória em relação à execução do mesmo exercício com o uso de uma haste rígida. O plano de oscilação da haste resulta em modificações do padrão de recrutamento muscular, podendo favorecer ou não a ativação dos músculos profundos do tronco^{10,12-15}. Além disso, a realização de exercícios com haste oscilatória na posição em pé favorece a ativação dos músculos OI e MU em relação à posição sentada^{10,13,15}.

Nesse sentido, considerando que o exercício com haste oscilatória pode ser uma importante ferramenta clínica para fisioterapeutas na prevenção e tratamento da dor lombar inespecífica, a compreensão de questões que interferem em sua prescrição, como a postura em que deve ser realizado, é de extrema relevância. Considerando que, de acordo com o conhecimento dos autores, nenhum estudo pregresso abordou o efeito da postura da pelve no padrão de recrutamento muscular durante exercícios com haste oscilatória, este estudo teve por objetivo analisar a atividade eletromiográfica (EMG) e cocontração dos músculos do tronco durante a realização de exercícios com haste oscilatória em duas diferentes posturas (pelve neutra e pelve em retroversão). A hipótese inicial deste estudo é que a realização do exercício na posição neutra da pelve pode promover maior atividade da musculatura estabilizadora, uma vez que em repouso (sem a realização de nenhum exercício), na posição neutra, foi identificado maior ativação desses músculos⁸.

METODOLOGIA

Participantes

Participaram do estudo 20 mulheres, com idades entre 18 e 28 anos, massa de 56,9±5,1kg, estatura de 1,68±0,07m, e índice de massa corporal de 24,9±1,3kg·m⁻², sem dor lombar, que não estivessem participando de treinamento físico nos últimos três meses. Não foram

incluídas as voluntárias que referiram lesões musculares, tendíneas, articulares ou ligamentares no tronco ou membros superiores nos três meses prévios ao estudo.

Equipamentos

Foram utilizados para o estudo os seguintes equipamentos:

- Haste oscilatória (Sanny®, São Bernardo do Campo, Brasil), com dimensões de: 1,50m de comprimento, 9,70mm de diâmetro e 800gr, constituída de fibra de vidro e borracha;
- Módulo de aquisição de sinais biológicos (Myosystem-Br1P84, Data Hominis®, Uberlândia, Brasil), com frequência de amostragem ajustada para 2000Hz e ganho total de 2000 vezes (20 vezes no sensor e mais 100 vezes no equipamento).

Procedimento

Os procedimentos para a coleta de dados foram realizados em um único dia. Inicialmente, as voluntárias realizaram a familiarização com o exercício utilizando a haste oscilatória com frequência de oscilação da haste ajustada em 5Hz por um meio de estímulos sonoros de um metrônomo^{10,12,13,15}.

Após a familiarização, foi iniciada a preparação da voluntária para aquisição do sinal EMG. Previamente à colocação dos eletrodos foi realizada a tricotomia, abrasão com lixa fina e limpeza da pele com álcool, como forma de evitar possíveis interferências no sinal eletromiográfico¹⁶. Os eletrodos foram posicionados bilateralmente sobre os músculos oblíquo interno (OI), reto abdominal (RA), iliocostal lombar (IL) e multifídeos (MU)^{10,16}.

Os exercícios com haste oscilatória foram realizados com as voluntárias em pé, com flexão de ombros de aproximadamente 90 graus, segurando a haste com ambas as mãos na posição vertical e realizando as oscilações no plano sagital, em duas posturas distintas (Figura 1): (a) coluna lombar retificada, com retroversão pélvica e semi-flexão de joelhos; (b) coluna lombar em posição neutra da pelve e joelhos em extensão completa^{8,17}.

A ordem da realização dos exercícios, com e sem retificação da lombar, foi selecionada aleatoriamente por meio de sorteio simples. Os exercícios foram realizados em 3 séries de 15 segundos, com intervalos de um minuto entre cada série e cada exercício.

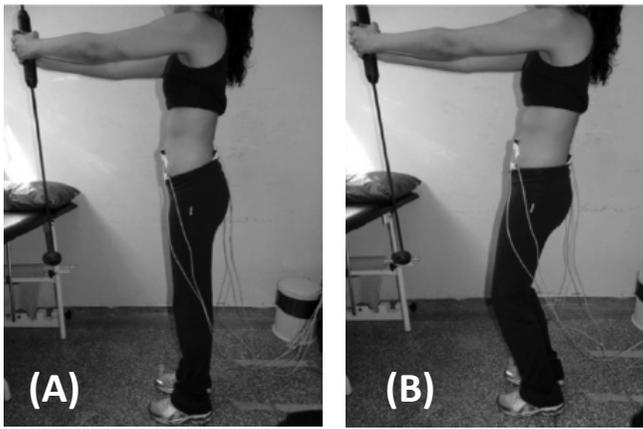


Figura 1. (A). Exercício realizado em postura neutra, (B). Exercício realizado em postura retrovertida

ANÁLISE DOS DADOS

A análise do sinal EMG foi realizada em rotinas específicas desenvolvidas em ambiente Matlab (Mathworks®). O processamento dos dados foi realizado utilizando um filtro passa-banda de 20-500Hz. Em seguida, o sinal foi retificado, utilizando o método de retificação por onda inteira. Para a criação do envelope linear foi utilizado um filtro passa-baixa de quarta ordem com frequência corte de 6Hz, para suavização do sinal. Foram analisados os sinais EMG no período entre o quinto e o décimo segundo do exercício da terceira série realizada.

A ativação de cada músculo foi calculada pelo valor da média de ativação durante os cinco segundos utilizados para análise. A normalização do sinal EMG foi realizada pelo valor de pico de ativação do exercício realizado em postura neutra.

Além disso, o envelope linear dos sinais EMG foi utilizado para cálculo da cocontração antagonista entre os músculos OI/RA e MU/IL, utilizando-se a seguinte equação^{18,19}:

$$\text{Índice de Cocontração} = 2x \frac{\text{Área Comum A\&B}}{\text{Área A} + \text{Área B}} \times 100$$

onde área comum A&B representa área de ativação comum entre os dois músculos e área A e B representa a área de cada um desses músculos.

Para análise estatística foi utilizado o pacote estatístico PASW 18.0 (SPSS inc.). O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para testar a normalidade dos dados. Foi utilizado o teste de análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas, considerando como variáveis dependentes músculos, lados e posturas, e como variável independente a ativação eletromiográfica. Quando encontrada interação entre fatores foi utilizado o teste *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância foi ajustado em $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foi encontrada diferença significativa na interação entre músculos e posturas ($F=5,18$ e $p=0,003$). Assim, a ativação do IL (Média±DP) foi 7,93% maior na postura neutra em relação à postura retrovertida ($p=0,055$), e a ativação do OI (Média±DP) foi 13,62% na postura retrovertida em relação à postura neutra ($p=0,002$; Figura 2). Não foi encontrado efeito principal da postura para as análises de cocontração ($F=0,896$ e $p=0,404$).

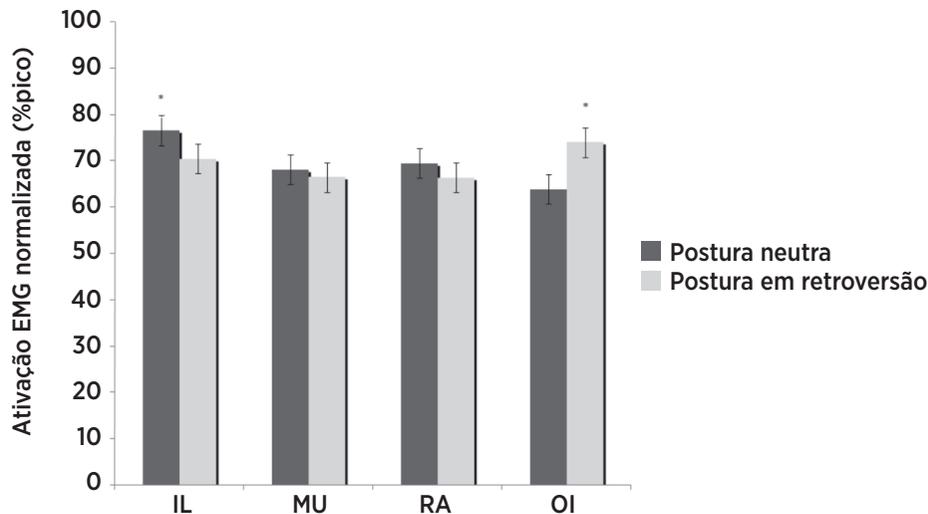


Figura 2. Média e desvio padrão da ativação dos músculos do tronco durante os exercícios. IL = iliocostal lombar; MU = multífidis; RA = reto abdominal; e OI = oblíquo interno. (*) Diferença significativas

DISCUSSÃO

Este estudo teve por objetivo analisar a atividade EMG e a contração dos músculos do tronco durante a realização de exercícios com haste oscilatória em duas diferentes posturas (pelve na posição neutra e pelve na posição retrovertida). O resultado mais relevante do estudo foi que houve um recrutamento 13,62% maior do OI durante o exercício realizado na posição de retroversão pélvica em comparação ao exercício realizado em postura neutra. Por outro lado, o músculo IL apresentou ativação EMG 7,93% maior durante a realização do exercício em postura neutra. Nesse sentido, os nossos resultados refutam a hipótese inicial do estudo, pois ao contrário do esperado, houve aumento da ativação do OI durante o exercício realizado com a pelve em posição de retroversão e aumento da ativação muscular do IL durante o exercício com a pelve em posição neutra.

Estudos progressivos apresentaram duas diferentes vertentes para o entendimento do efeito de exercícios com haste oscilatória na estabilidade da coluna lombar. De acordo com Anders et al.¹², um único grupo de músculos, denominados locais (OI, MU e TrA), possui exclusiva função de promover estabilidade, enquanto outro grupo de músculos denominados globais (RA e IL) é, exclusivamente, responsável por gerar torque e movimentos do tronco¹². Marques et al.¹⁰, Moreside et al.¹⁴ e Gonçalves et al.¹⁵ indicaram que a postura (em pé ou sentado) em que o exercício com haste oscilatória é realizado e o plano de oscilação da haste modificam o recrutamento e a cocontração muscular. Dessa forma, a estabilidade da coluna lombar não é provida somente pela atuação dos músculos locais, mas pela ação conjunta de todos os músculos do tronco. Nossos resultados corroboram com os estudos de Marques et al.¹⁰, Moreside et al.¹⁴ e Gonçalves et al.¹⁵, uma vez que a ativação EMG tanto de músculo local (OI) quanto de músculo global (IL) foi modificada de acordo com as alterações no posicionamento da pelve.

O músculo IL possui inserção inferior na face dorsal do sacro, e o músculo OI possui inserção inferior na região da crista e espinha ilíaca ântero-superior²⁰. Assim, para esses dois músculos, a posição da pelve pode alterar o comprimento muscular, contribuindo ou prejudicando a eficiência da contração muscular. A maior ativação do músculo IL durante o exercício realizado em postura neutra, possivelmente, está relacionada com o fato de,

nessa posição, o músculo estar em um posicionamento comprimento-tensão ótimo para gerar torque e, assim, sua ativação pode promover maior estabilidade à coluna no plano sagital.

Para o músculo OI sugerimos que a realização de exercícios com haste oscilatória na postura com retificação lombar coloque a pelve em uma posição mais instável. Isso ocorre, pois alguns músculos estabilizadores lombo-pélvicos, tais como o iliopsoas e IL, encontram-se em posição de alongamento, o que reduz a eficiência da contração desses músculos para gerar força. Nesse sentido, o maior recrutamento do músculo OI durante a realização de exercícios na postura em retroversão pélvica ocorreu para compensar a redução da eficiência estabilizadora de outros músculos da região lombo-pélvica. Além disso, na posição de retroversão pélvica o centro de gravidade está deslocado de sua posição de equilíbrio, acrescentando também um maior desafio para a estabilidade do tronco²⁰.

A relação do posicionamento da pelve com a ativação EMG dos músculos do tronco foi estudada anteriormente em repouso e nas posturas em pé e sentada, por O'Sullivan et al.⁸ e O'Sullivan et al.¹⁷. De acordo com esses autores, em ambas as posturas, a posição neutra da pelve foi a que mais favoreceu o recrutamento dos músculos estabilizadores do tronco (OI e MU) em relação à posição de anteversão e retroversão da pelve. Isso ocorreu, pois na posição neutra da pelve há menor ação de tecidos passivos (fáscias, ligamentos etc.) para estabilização da coluna. Assim, os resultados deste estudo não estão de acordo com os resultados encontrados por O'Sullivan et al.⁸ e O'Sullivan et al.¹⁷.

Apesar de não ser do conhecimento dos autores um estudo prévio que tenha avaliado a ativação EMG durante exercícios com haste oscilatória realizado em diferentes posições da pelve, Marques et al.¹⁰, Anders et al.¹³ e Gonçalves et al.¹⁵ demonstraram que a ativação do OI na postura em pé foi maior do que na postura sentada durante a realização de exercícios com haste oscilatória. De acordo com esses autores a maior ativação do OI ocorreu, pois na posição em pé a pelve fica mais instável, o que implica em uma maior atuação da musculatura para manter a estabilidade^{10,13,15}. Dessa forma, a possível explicação do fato de nossos resultados não corroborarem com os estudos de O'Sullivan et al.^{8,17} é que além da instabilidade causada pela postura em pé, a posição de retroversão da pelve e a oscilação da haste acrescentaram

desafios à estabilidade da coluna, alterando as respostas do recrutamento muscular.

Este estudo trata-se de uma investigação inicial sobre o efeito da posição da pelve no recrutamento dos músculos do tronco durante a realização de exercícios com haste oscilatória. Assim, a partir de nossos resultados é possível afirmar que o posicionamento da pelve pode alterar o padrão de recrutamento muscular. Contudo, não é possível determinar qual posição da pelve, neutra ou em retroversão, é mais indicada para a prevenção e tratamento da dor lombar, e nem se a adoção da postura em retroversão da pelve, durante a realização de exercícios com haste oscilatória, pode resultar em algum tipo de sobrecarga à coluna lombar. Portanto, futuras investigações são necessárias para contribuir para o entendimento do posicionamento da pelve mais adequado para a realização de exercícios com haste oscilatória e seus possíveis efeitos na prevenção e tratamento da dor lombar.

Limitações

Os resultados deste estudo referem-se às respostas de ativação muscular de pessoas jovens e saudáveis, sem dor lombar, o que limita a extrapolação de nossos resultados para outras populações. Além disso, somente um único tipo de exercício foi testado, o que sugere a necessidade de mais estudos que investiguem o efeito de exercícios com haste oscilatória realizados em diferentes posições da pelve e com a haste oscilando em diferentes planos de movimento no recrutamento muscular do tronco.

CONCLUSÃO

De acordo com nossos resultados, a realização de exercícios com haste oscilatória em posição da pelve com retroversão aumentou a ativação do músculo OI, enquanto que a realização de exercícios com haste oscilatória em posição da pelve neutra aumentou a ativação do IL. Nesse sentido, este estudo demonstrou que o posicionamento da pelve pode alterar o padrão de recrutamento muscular do tronco. Portanto, futuras investigações são necessárias para contribuir para o entendimento do posicionamento mais adequado da pelve para a realização de exercícios com haste oscilatória e seus possíveis efeitos na prevenção e tratamento da dor lombar.

REFERÊNCIAS

- Knoplich J. *Enfermidades da coluna vertebral*. 3. ed. São Paulo: Robe Editorial, 2003.
- Gonçalves M, Barbosa F. Análise de parâmetros de força e resistência dos músculos eretores da espinha lombar durante a realização de exercício isométrico em diferentes níveis de esforço. *Rev Bras Med Esp*. 2005;11(2):102-14.
- Van Dieen JH, Cholewicki J, Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back enhance the stability of lumbar spine. *Spine*. 2003;28:834-41.
- Panjabi MM. The stabilizing system of the spine: part I: function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*. 1992;5(4):383-9.
- Granata KP, Marras WS. Cost-benefit of muscle cocontraction in protecting against spinal instability. *Spine*. 2000;25(11):1398-404.
- Newcomer KL, Jacobson TD, Gabriel DA, Larson DR, Brey RH, An KN. Muscle activation patterns in subjects with and without low back pain. *Arch Phys Med Rehab*. 2002;83(6):816-21.
- Mac Donald D, Moseley GL, Hodges PW. Why do some patients keep hurting their back? Evidence ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrence back pain. *Pain*. 2009;142(3):183-8.
- O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M, Lapenskie SC, Möeller NE, Richards KV. The effects of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain free population. *Spine*. 2002;27(11):1238-44.
- 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*. 2008;15(2):200-6.
- Marques NR, Hallal CZ, Goncalves M. Padrão de co-ativação dos músculos do tronco durante exercícios com haste oscilatória. *Motriz*. 2012;18(2):245-52.
- Hallal CZ, Marques NR, Goncalves M. O uso da vibração como método auxiliar no treinamento de capacidades físicas: uma revisão da literatura. *Motriz*. 2010;16(2):527-33.
- Anders C, Wenzel B, Scholle HC. Activation characteristics of trunk muscles during cyclic upper-body perturbations caused by an oscillating pole. *Arch Phys Med Rehab*. 2008;89(7):1314-22.
- Anders C, Wenzel B, Scholle HC. Cyclic upper body perturbations caused by a flexible pole: influence of oscillation frequency and direction on trunk muscle coordination. *J Back Musculoskel Rehab*. 2007;20(4):167-75.
- Moreside JM, Vera-Garcia FJ, McGill SM. Trunk muscle activation patterns, lumbar compressive forces, an spine stability when using the body-blade. *Phys Ther*. 2007;87(2):153-64.
- Gonçalves M, Marques NR, Hallal CZ, Van Dieen JH. Electromyographic Activity of trunk muscles during exercises with flexible and non-flexible poles. *J Back Musculoskel Rehab*. 2011;24(4):209-14.
- Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-K, Rau G. Development of recommendation for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kines*. 2000;10(5):361-74.

17. O'Sullivan PB, Dankaerts W, Burnett AF, Farrel GT, Jefford E, Naylor CS, et al. Effect of different upright postures on spinal-pelvic curvature and trunk muscle activation in a pain free population. *Spine*. 2006;31(19):E707-12.
18. Candotti CT, Loss JF, Begatini D, Soares DP, Rocha EK, Oliveira AR, Guimarães ACS. Cocontraction and economy of triathletes and cyclists at different cadences during cycling motion. *J Electromyogr Kines*. 2009;19(5):915-21.
19. Winter, D.A. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. 4 ed. New York:Wiley, 2009.
20. Kendall FP; Kendall E; Provance PG. *Músculos: provas e funções*. 4. ed. São Paulo: Manole, 1995.