

## AVALIAÇÃO NEUROMUSCULAR DOS MUSCULOS ILIOCOSTAL LOMBAR E TRAPÉZIO SUPERIOR DURANTE EXECUÇÃO DO EXERCÍCIO DE FLEXÃO DE COTOVELO BILATERAL E UNILATERAL

Título resumido: Avaliação neuromuscular do iliocostal lombar e trapézio superior durante exercício de flexão do cotovelo

**Marcelo Varela<sup>1</sup>**  
**Cláudia Tarragô Candotti<sup>2</sup>**  
**Marcelo La Torre<sup>3</sup>**  
**Matias Noll<sup>4</sup>**  
**Fabiana Chaise<sup>5</sup>**  
**Elisandra Bassani<sup>6</sup>**

**Resumo:** O objetivo do estudo foi comparar o nível de ativação neuromuscular dos músculos extensores da coluna vertebral durante a realização de exercícios de flexão de cotovelo bilateral e unilateral. Participaram do estudo vinte universitários, praticantes e não praticantes de atividade física regular. Para aquisição do sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos ílio costal lombar e trapézio superior de ambos os lados do tronco, cada indivíduo realizou oito repetições a 60% e 80% da carga máxima estimada de flexão do cotovelo bilateral e unilateral. Os resultados demonstraram que existe diferença significativa ( $p < 0,01$ ) para a ativação neuromuscular dos músculos trapézio superior e ílio costal lombar entre bilateral e unilateral, nas cargas de 60 e 80%. No modo unilateral, nas duas cargas, o músculo trapézio obteve maior ativação ipsilateral ( $p < 0,05$ ) enquanto que o músculo ílio costal mostrou maior ativação neuromuscular contralateral ( $p > 0,05$ ). No modo bilateral os resultados mostraram que na carga de 60% houve o mesmo nível de ativação neuromuscular em ambos os músculos, indicando um comportamento semelhante entre os lados direito e esquerdo, e na carga de 80% o iliocostal lombar apresentou diferença entre os lados direito e esquerdo ( $p < 0,05$ ).

**Palavras-Chave:** Eletromiografia, sinal de EMG, Cinesioterapia, Coluna lombar, Flexão do cotovelo.

<sup>1</sup> Graduado em Fisioterapia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos / UNISINOS

<sup>2</sup> Doutora em Ciências do Movimento Humano pelo PPG em Ciências do Movimento Humano, da ESEF/UFRGS e professora do curso de Fisioterapia da ESEF/UFRGS/RS

<sup>3</sup> Doutorando em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e professor do curso de Fisioterapia e Educação Física da Universidade do Vale do Rio dos Sinos / UNISINOS

<sup>4</sup> Mestrando em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, possui graduação em Educação Física pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, realiza especialização em Fisiologia do Exercício na Universidade Federal do Paraná, e é acadêmico do curso de Biomedicina da Univates

<sup>5</sup> Graduada em Fisioterapia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos / UNISINOS.

<sup>6</sup> Graduada em Educação Física pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos / UNISINOS.

*Neuromuscular Evaluation Of The Muscles Lumbar Iliocostalis And Superior Trapezius During The Execution Of The Bilateral And Unilateral Elbow Flexion Exercises*

**Abstract:** The objective of the study was to compare the neuromuscular activation level of the erectors of the spine muscles during the accomplishment of the bilateral and unilateral elbow flexion exercises. Twenty academics had participated of this study, practitioners and not practitioners of physical activity. EMG data were recorded from lumbar iliocostal and superior trapezius muscles, in both of the sides of the trunk, during elbow flexion exercises. Four situations were analysed in which eight repetitions were performed: at 60% and 80% of the maximum load for bilateral and unilateral executions. The results showed that there is a significant difference ( $p < 0.01$ ) to the neuromuscular activation of lumbar iliocostal and superior trapezius muscles between the ways of execution, in the 60% and 80% loads. In the unilateral way the trapezius muscle get a bigger activation at the same side ( $p < 0.05$ ) while the iliocostal muscle had shown a bigger neuromuscular activation at the opposite side ( $p < 0.05$ ). In the bilateral way the results had shown in the 60% load there's the same level of neuromuscular activation in both muscles, indicating a similar behave between the right and left side, but in the 80% load the lumbar iliocostal muscle presented a difference in the right and left sides ( $p < 0,05$ ).

**Key-words:** Eletromyography, EMG signal, Kinesiotherapy, Low back, Elbow flexion.

## INTRODUÇÃO

Atendimentos de fisioterapia que visam tratar lesões de origem traumatológica, ortopédica e reumatológica são muito comuns (MACHADO & NOGUEIRA, 2008; ANERA & CARAZZATO, 2007). Dentre as lesões mais comuns do aparelho locomotor tratadas em clínicas de fisioterapia e no atendimento domiciliar estão aquelas que acometem ombro e cintura escapular. Entre as diversas técnicas de tratamento fisioterapêutico, a cinesioterapia é, provavelmente, a principal ferramenta do fisioterapeuta (GUIMARÃES & CRUZ, 2003; PACHECO *et al.*, 2007). Nesse sentido, compreender as diversas questões relacionadas ao exercício terapêutico torna-se importante para qualificar o atendimento fisioterapêutico (MACHADO & NOGUEIRA, 2008; MAGALHÃES & SOUSA, 2004).

Embora a grande maioria das lesões de cunho traumatológico-ortopédico da região de ombro e cintura escapular ocorra em apenas um dos lados do corpo, o tratamento fisioterapêutico deveria ser administrado em ambos os lados, ou seja, buscando sempre a simetria corporal (O'SULLIVAN & SCHMITZ, 2005). A simetria corporal pode ser obtida pela realização de exercícios bilaterais, sejam realizados de modo simultâneo (bilateral) ou não (unilateral) (SIMÃO, MONTEIRO & ARAÚJO, 2001). No entanto, ao realizar os exercícios de membro superior primeiro de um lado e após o outro, ou seja, de modo

unilateral, tendem a ocorrer compensações posturais na busca do equilíbrio corporal que podem gerar tensões às demais estruturas do corpo, especialmente na região lombar (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Wirhed (1986) já documentou que ao se realizar levantamento de carga simétrico a carga compressiva na coluna lombar é significativamente reduzida quando comparada com o levantamento assimétrico.

Nesse sentido, entendendo que cada movimento ou atividade de um dos membros superiores do corpo repercute de diferentes maneiras nas demais estruturas do corpo humano, entender estas reações, bem como a mecânica e os efeitos neuromusculares de cada exercício consiste em uma ferramenta importante para um tratamento preventivo e global (OLIVEIRA *et al.*, 2006; SIMÃO *et al.*, 2003). Tornaria mais seguro, por exemplo, realizar o fortalecimento muscular da cintura escapular sem submeter os pacientes a tensões desnecessárias, seja paciente com ou sem queixa de dores lombares, evitando assim desencadear episódio de dor lombar (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

A realização de exercícios de membro superior, como a flexão de cotovelo, realizados de modo bilateral propicia uma hiperextensão compensatória da coluna lombar para auxiliar na continuidade da tarefa, dificultando a estabilização do tronco pelos músculos lombares, o que leva a um aumento da ativação neuromuscular (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Sabendo-se destas implicações para o exercício bilateral, infere-se que em exercícios de flexão do cotovelo no modo unilateral, visto que consiste em atividade assimétrica, ocorrerá uma maior ativação dos músculos estabilizadores do tronco, podendo acarretar em maior tensão muscular e favorecer o surgimento de cervicalgia e/ou lombalgia (LIS *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2006). A partir disto, Simão *et al.* (2003) sugerem a prática de exercícios bilaterais em detrimento de unilaterais, caso o objetivo seja a reabilitação, condicionamento físico e melhora dos indicadores de saúde.

Desse modo, o objetivo deste estudo foi comparar o nível de ativação neuromuscular dos músculos extensores da coluna vertebral durante a realização de exercícios de membros superiores realizados de modo bilateral e unilateral. Especula-se que exercícios dos membros superiores realizados de modo unilateral geram maior ativação neuromuscular do músculo trapézio superior ipsilateral e do músculo ílio costal lombar contralateral.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A amostra constitui-se por vinte acadêmicos dos cursos de Educação Física e Fisioterapia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, do gênero masculino, praticantes e não praticantes de atividade física regular. A opção pela inclusão de indivíduos praticantes e não praticantes de atividade física regular foi com a finalidade de representar a realidade do contexto da reabilitação, ou seja, contemplando indivíduos com e sem experiência prévia na realização dos exercícios. Os critérios de exclusão utilizados foram: indivíduos com relato de lesão no membro superior e de dor lombar e cervical. Foi fornecido antes de cada avaliação um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual cada indivíduo assinou consentido com sua participação voluntária no estudo. Este estudo foi aprovado no Comitê de Ética da Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Os indivíduos foram avaliados em dois dias, pelo mesmo avaliador, sendo que em cada dia realizaram os mesmos exercícios, porém, com alteração da carga externa. A ordem de realização dos exercícios, em cada dia, foi determinada por sorteio para evitar que a familiaridade com os exercícios interferisse nos resultados. Do mesmo modo, a determinação da carga para cada dia também foi escolhida por sorteio para evitar que a familiaridade com o exercício no segundo dia interferisse nos resultados. Em cada dia de avaliação, cada indivíduo realizou uma única série de cada exercício, sendo que o número de repetições para cada exercício foi adequado a carga, ou seja, quinze e oito repetições, para 60% e 80% da carga máxima estimada, respectivamente (SHIMANO *et al.*, 2006; BORGES *et al.*, 2007). Nesta avaliação foram monitorados por eletromiografia de superfície os músculos trapézio superior e iliocostal lombar, bilateralmente.

O protocolo de avaliação para o primeiro dia foi:

(1) realização do teste de repetição máxima (TRM), que consistiu na realização de um número máximo de repetições com uma carga submáxima, determinada subjetivamente, a partir da experiência do avaliador, para a musculatura da cintura escapular e braço. O indivíduo não podia ser capaz de ultrapassar dez repetições. Caso isto ocorresse, após um intervalo de cinco minutos, outra carga submáxima era determinada e o teste repetido. Para a realização deste teste, o indivíduo foi posicionado em ortostase, pés na largura do quadril e joelhos semi-flexionados (TEIXEIRA *et al.*, 2008). O TRM foi necessário para

determinar a carga máxima de cada indivíduo, a partir da qual foram calculadas as cargas submáximas de 60% e 80%.

(2) após intervalo de dois minutos, realização do teste de contração voluntária máxima (CVM) para cada um dos músculos. Para a CVM do trapézio superior o indivíduo permanecia em pé, postura ereta, segurando uma barra fixada no solo e tentava realizar a elevação dos ombros, a qual era impedida pela fixação da barra, caracterizando uma contração isométrica do trapézio superior. Para a CVM do iliocostal lombar o indivíduo permanecia em decúbito ventral sobre um banco de musculação, com membros superiores ao lado do tronco, tendo seus tornozelos, cintura pélvica e cabeça imobilizadas com cintas de couro presas ao banco, e tentava realizar a extensão do tronco, caracterizando uma contração isométrica deste músculo. O teste de CVM foi necessário para obtenção dos valores máximos de contração, os quais são utilizados para realizar a normalização do sinal eletromiográfico de cada músculo.

(3) intervalo de dois minutos, para que o avaliador, além de estimar a carga máxima com base nos resultados do TRM, determinando as cargas de 60% e 80%, também pudesse realizar o sorteio da carga e da ordem de realização dos exercícios.

(4) realização de três exercícios de flexão do cotovelo, um no modo bilateral e dois no modo unilateral (direito e esquerdo), com intervalo de dois minutos entre cada exercício, o que totaliza três execuções e seis minutos de intervalo.

A Figura 1 ilustra os modos de execução, bilateral e unilateral, do exercício de flexão do cotovelo. Para a realização do exercício de flexão do cotovelo o indivíduo deveria permanecer em pé, com pés paralelos com um pequeno afastamento lateral, joelhos semi-flexionados, pelve na posição neutra, mantendo as curvaturas da coluna vertebral, braços ao longo do corpo, mantendo rádio-ulnar em supinação, com dois halteres, no modo bilateral (Figura 1a) e um único halter, no modo unilateral (Figura 1b). A execução dos exercícios consistiu em realizar flexão de cotovelo até o máximo da amplitude de movimento (fase concêntrica: flexão do cotovelo) e retornar a posição inicial (fase excêntrica: extensão do cotovelo). O exercício unilateral foi realizado para ambos os lados, direito e esquerdo.

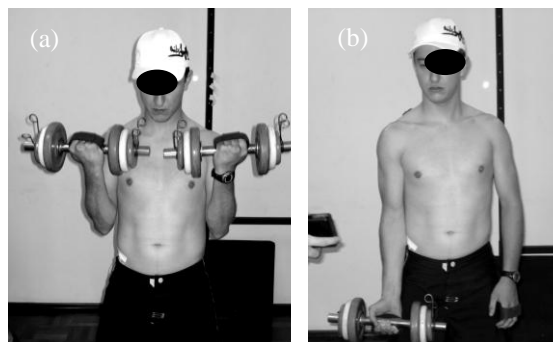


Figura 1. Ilustração dos modos de execução do exercício de flexão do cotovelo: (a) bilateral e (b) unilateral.

A velocidade de execução do movimento foi controlada utilizando-se um ritmo sonoro fornecido ao indivíduo mediante fone de ouvido. Esta velocidade correspondeu a 40°/s, ou seja, o tempo total de uma repetição completa foi de aproximadamente 6 segundos.

No segundo dia de avaliação todas as etapas do protocolo foram realizadas (etapas 2, 3 e 4), exceto a primeira etapa, pois não era mais necessário realizar outro TRM.

Durante a realização do protocolo de teste realizou-se a avaliação neuromuscular dos músculos trapézio superior e iliocostal lombar, bilateralmente, através da eletromiografia de superfície. Para aquisição do sinal eletromiográfico (sinal EMG) foi utilizado um eletromiógrafo de 4 canais (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, Brasil) conectado a um computador Pentium 200 MHz com 128 Mb RAM, sendo que a coleta do sinal EMG foi realizada com o *software* Miograph 2.0 (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, Brasil). A frequência de amostragem foi de 1000 Hz para cada músculo.

Inicialmente foram realizados os procedimentos adequados para o registro do sinal EMG, como a tricotomia e limpeza da pele com álcool, colocação dos eletrodos e verificação da impedância (aceita quando inferior a 5 k $\Omega$ ) (SENIAM, 2011). Foram utilizados eletrodos de superfície descartáveis (Ag/AgCl; com área de contato de 1 cm; com adesivo de fixação), em configuração bipolar (com 2 cm de distância entre os centros dos eletrodos) dispostos longitudinalmente às fibras musculares. Portanto, dois pares de eletrodos de superfície foram posicionados sobre os músculos ílio costal lombar direito (ICLD) e ílio costal lombar esquerdo (ICLE), na direção das fibras musculares no nível de L2. Outros dois pares de eletrodos foram posicionados sobre o músculo trapézio, direito

(TD) e esquerdo (TE), na direção das fibras musculares, ao nível de T1 (SENIAM, 2011). O eletrodo de referência foi colocado sobre a clavícula, na extremidade esternal.

Após coletados, os sinais de EMG foram processados utilizando o sistema de aquisição de dados SAD (versão 2,61.07mp), desenvolvido pelo Laboratório de Medições Mecânicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CANDOTTI *et al.*, 2009). Inicialmente os sinais foram submetidos a um procedimento de filtragem utilizando um filtro digital *Butterworth* passa alta, com frequência de corte de 10 Hz.

O sinal proveniente da CVM foi processado no domínio do tempo, a partir do envelope RMS (*root mean square*), com janelamento móvel de 0,5 segundos, do tipo *Hamming*. Este processamento gerou uma curva onde cada ponto representava a raiz quadrada da média dos quadrados de 500 pontos consecutivos do sinal original. Dentre todos os pontos desta nova curva elegeu-se como representante de cada músculo aquele de maior valor.

Os valores RMS de cada repetição foram normalizados, dividindo-se a média obtida de todas as execuções pelo respectivo valor representativo da CVM de cada músculo. Assim, a ativação neuromuscular passou a ser dimensionada pelo percentual da CVM de cada músculo.

Para a análise da ativação neuromuscular dos músculos ICLD, ICLE, TD e TE, na carga de 60%, foram ignoradas a primeira e as últimas quatro repetições, de modo que cada exercício, nesta carga, teve 10 repetições válidas. Destas 10 repetições foi calculada uma média aritmética, que passou a representar a ativação destes músculos, na carga de 60%. Para a análise dos músculos na carga de 80% foram ignoradas a primeira e as duas últimas repetições, de modo que cada exercício, nesta carga, teve 5 repetições válidas. A partir destas 5 repetições foi calculada uma média aritmética, que passou a representar a ativação destes músculos, na carga de 80%. Este procedimento foi realizado com o objetivo de evitar que adaptações posturais, comuns no início e no final da série de exercícios, interferissem na avaliação, uma vez que apenas os músculos estabilizadores estavam sendo monitorados.

A análise estatística foi realizada no *software* SPSS 18.0, utilizando a média aritmética das repetições válidas da ativação neuromuscular (%CVM) de cada músculo em cada carga analisada. Depois de confirmada a normalidade, os dados foram submetidos ao Teste T pareado para a comparação da ativação entre os músculos dos lados direito e

esquerdo. Múltiplas ANOVAs *One-Way* permitiram verificar as diferenças da ativação entre os modos de execução dos três exercícios para cada músculo separadamente e para cada situação de carga. Os efeitos principais foram avaliados por um teste *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância adotado foi de 0,05.

## RESULTADOS

O resultado do TRM demonstrou que a carga máxima realizada pelos indivíduos foi de  $15,4 \pm 2,5$  kg, de modo que 60% desta carga representam  $9,3 \pm 1,7$  kg e 80% desta carga representam  $12,3 \pm 2,1$  kg.

Os resultados das múltiplas ANOVAs *One-Way* obtidos nas cargas de 60% e 80% e para cada um dos quatro músculos demonstraram que existe diferença significativa ( $p < 0,01$ ) para a ativação neuromuscular dos músculos trapézio superior e ílio costal lombar entre os três exercícios, um realizado no modo bilateral e dois realizados no modo unilateral. As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores de ativação médios encontrados em todos os músculos para cada exercício nas cargas de 60% e 80%, respectivamente. O teste *post hoc* demonstrou resultados semelhantes para as duas cargas.

Tabela 1 – Média e desvio-padrão da ativação neuromuscular (%CVM) dos músculos trapézio superior (TD e TE) e iliocostal lombar (ICLD e ICLE), durante os exercícios de flexão do cotovelo realizados nos modos bilateral e unilateral, na carga de 60%.

	TE	TD	ICLE	ICLD
Modo Bilateral	$41,8 \pm 0,8$	$42,0 \pm 0,6$	$25,9 \pm 1,1$	$25,6 \pm 1,1$
Modo Unilateral (esquerdo)	$41,7 \pm 0,9$	$6,8 \pm 0,3^*$	$8,6 \pm 0,4^*$	$25,9 \pm 1,1$
Modo Unilateral (direito)	$6,7 \pm 0,3^*$	$43,2 \pm 0,4$	$25,7 \pm 1,1$	$6,9 \pm 0,3^*$

\* diferença significativa com os demais exercícios na mesma coluna:  $p < 0,05$

Observando as Tabelas 1 e 2 nota-se que existe equilíbrio da ativação neuromuscular entre os lados direito e esquerdo para o trapézio superior e uma tendência ao equilíbrio para o músculo ílio costal lombar, no exercício realizado bilateralmente. Já no exercício realizado unilateralmente existe uma maior ativação neuromuscular do trapézio



superior ipsilateral, enquanto que o ílio costal lombar apresenta maior ativação contralateral.

Tabela 2 – Média e desvio-padrão da ativação neuromuscular (%CVM) dos músculos trapézio superior (TD e TE) e iliocostal lombar (ICLD e ICLE), durante os exercícios de flexão do cotovelo realizados nos modos bilateral e unilateral, na carga de 80%.

	TE	TD	ICLE	ICLD
Modo Bilateral	42,5 ± 3,3	42,3 ± 2,7	41,7 ± 5,7	38,9 ± 3,6
Modo Unilateral (esquerdo)	38,2 ± 0,9	18,4 ± 2,9*	19,7 ± 1,9*	36,1 ± 3,7
Modo Unilateral (direito)	18,8 ± 1,6*	37,7 ± 3,6	35,5 ± 3,9	18,3 ± 2,4*

\* diferença significativa com os demais exercícios na mesma coluna:  $p < 0,05$

Na carga de 60%, no modo bilateral, os músculos trapézio superior e iliocostal lombar apresentaram comportamento de ativação semelhante, entre os lados direito e esquerdo (Tabelas 1 e 3). Já a análise do exercício de flexão do cotovelo, na carga de 80%, no modo bilateral demonstrou resultados distintos para os músculos trapézio superior e iliocostal lombar. Enquanto que para o trapézio superior não existe diferença na ativação neuromuscular entre os lados direito e esquerdo do dorso, o músculo iliocostal lombar apresentou diferença significativa entre estes lados (Tabelas 2 e 3).

A análise do exercício de flexão do cotovelo unilateral, tanto na carga de 60 quanto de 80%, independente do lado realizado, esquerdo ou direito, demonstrou que existe diferença significativa entre os lados direito e esquerdo do dorso para a ativação neuromuscular, tanto no músculo trapézio superior quanto no iliocostal lombar (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultados do teste T pareado na comparação entre os lados direito e esquerdo do dorso, para os músculos trapézio superior e iliocostal lombar, durante os exercícios de flexão do cotovelo realizados nos modos bilateral e unilateral, nas cargas de 60% e 80%.

Flexão do cotovelo	Trapézio superior	Iliocostal lombar
Modo Bilateral (60%)	0,171	0,147
Modo Bilateral (80%)	0,657	0,018*
Modo Unilateral (esquerdo, 60%)	0,000*	0,000*
Modo Unilateral (esquerdo, 80%)	0,000*	0,000*
Modo Unilateral (direito, 60%)	0,000*	0,000*
Modo Unilateral (direito, 80%)	0,000*	0,000*

\* diferença significativa entre lados direito e esquerdo:  $p < 0,05$

## DISCUSSÃO

Ao analisar o comportamento dos músculos trapézio superior e ílio costal lombar durante a realização do exercício de flexão de cotovelo bilateral e unilateral, pode-se observar diferenças significativas na ativação neuromuscular nos dois modos de execução em ambas as cargas (60 e 80%). O modo unilateral apresentou uma maior ativação neuromuscular no trapézio superior ipsilateral, enquanto que o ílio costal lombar apresentou maior ativação contralateral em ambas as cargas. Estes resultados permitem aceitar a hipótese inicial do estudo, a qual preconizava que os exercícios dos membros superiores realizados de modo unilateral gerariam maior ativação neuromuscular do músculo trapézio superior ipsilateral e do músculo ílio costal lombar contralateral.

O resultado apresentado pelo trapézio superior mostra um comportamento dentro do esperado para ambos os modos de execução do exercício. No modo bilateral ocorreu uma ativação neuromuscular sem diferença significativa entre os lados do tronco. O modo unilateral apresentou uma maior ativação no lado ipsilateral (Tabelas 1 e 2), visto que o músculo trapézio é acionado quando se deseja realizar esforço com os membros superiores, pois tem a função de estabilizar a fossa glenoidal durante o levantamento de carga (THOMPSON, 2002).

O resultado apresentado pelo ílio costal lombar pode estar relacionado ao fato de que estruturas corpóreas quando submetidas a situações de levantamento de carga de modo unilateral, tendem a buscar a estabilidade postural (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Essa

estabilidade é obtida por meio de um equilíbrio muscular, ou seja, a estabilidade exige um recrutamento de unidades motoras contralaterais para a manutenção da simetria corporal durante a realização do exercício (HODGES, CRESSWELL & THORSTENSSON, 2001). Esses achados se mostram de extrema importância para definir e prescrever exercícios para membros superiores durante o tratamento fisioterapêutico, pois dependendo do modo de como é executado o exercício e o objetivo a ser alcançado com ele, poderá haver exigências também das regiões adjacentes do corpo.

No presente estudo, durante o exercício de rosca bíceps no modo bilateral, o músculo ílio costal lombar apresentou diferença significativa entre os lados direito e esquerdo do tronco (Tabela 3). Especula-se que esse resultado possa estar relacionado ao fato de que cada indivíduo apresente o uso preferencial de um dos membros para a realização de algumas tarefas, ou seja, um membro dominante (OLIVEIRA, RODRIGUES & BERZIN, 2001), embora a dominância não tenha sido investigada no presente estudo. Essa tendência à dominância ocasiona alterações nas propriedades fisiológicas musculares tanto no segmento que está realizando o gesto, como no lado do corpo em questão. Dessa forma, a execução do exercício pelo membro dominante torna-se mais fácil, ocasionando uma menor ativação neuromuscular no lado contralateral. Importante comentar que a não investigação da dominância, no presente estudo, resulta em uma limitação do mesmo, uma vez que inviabiliza uma análise da simetria de ativação neuromuscular em função da dominância.

A comparação da ativação neuromuscular do músculo ílio costal lombar entre os modos de execução do exercício de flexão de cotovelo, utilizando 80% da carga máxima, mostrou que o modo bilateral apresentou maior ativação do que o modo unilateral (Tabela 2). Esse dado pode ser compreendido sob o ponto de vista do conceito de torque, que é a tendência de giro de um segmento produzido por uma força aplicada (MCGINNIS, 2002) e expresso matematicamente pelo produto entre a força e a distância perpendicular dessa força em relação ao eixo de rotação (LOSS & CANDOTTI, 2008). No presente estudo, observou-se que no modo bilateral de flexão de cotovelo a soma das cargas de ambos os membros gera um torque flexor que tende a inclinar o tronco a frente. Esta tendência precisa ser equilibrada por um torque extensor que será gerado na região lombar pela musculatura extensora. A mesma situação ocorre também no modo unilateral, porém em

menor magnitude. De fato, a diferença entre os percentuais de ativação do músculo ílio costal lombar entre os modos de execução do exercício apresentou uma diferença mínima, em torno de 5%, ou seja, mesmo sendo submetido a uma menor carga externa o músculo ílio costal, quando exigido no modo unilateral gerou uma ativação percentualmente muito próxima ao modo bilateral. Especula-se que se ambos os modos fossem submetidos a uma mesma carga externa, o modo unilateral apresentaria maior ativação uma vez que a distância perpendicular da carga externa não se altera entre os modos de execução do exercício.

Observando as Tabelas 1 e 2, nota-se que a ativação do iliocostal, na carga de 80%, em relação à carga de 60% nos modos bilateral e unilateral, aumenta em média 60% e 40%, respectivamente. Uma vez que um aumento da atividade neuromuscular está relacionado com a dificuldade de estabilização do tronco (OLIVEIRA *et al.*, 2006), especula-se que esta maior atividade neuromuscular observada na carga mais elevada (de 80%), para o músculo iliocostal lombar, pode ser um fator de sobrecarga na coluna vertebral predisponente a lesões nesta região, possivelmente devido a diminuição da estabilidade do tronco.

No estudo de Teixeira-Salmela *et al.* (1999), foi realizado fortalecimento muscular com 80% da carga máxima para membros inferiores em pacientes hemiplégicos oriundos de acidente vascular encefálico (AVE). Nesse estudo o autor obteve uma melhora de 42,3% no torque máximo dos músculos dos membros inferiores e na capacidade funcional desses indivíduos. Embora não fosse objetivo dos autores, entende-se que este resultado possa incentivar o uso de cargas de 60% até 80% da carga máxima em tratamentos fisioterapêuticos, quando o indivíduo necessita não somente de recuperação do membro acometido pela patologia, mas também de uma resposta de outras musculaturas associadas durante a realização do exercício. Outro estudo a ser mencionado é o de Weiss *et al.* (2000) que ao aplicar um treinamento físico utilizando 70% da carga máxima para exercícios de flexão, extensão e abdução do quadril em postura ortostática em pacientes com aproximadamente um ano após AVE, obteve melhora na força muscular, equilíbrio estático e dinâmico e capacidade funcional.

Ao analisar o exercício de flexão de cotovelo executado no modo bilateral, os resultados do presente estudo mostraram que existe uma tendência a manter um mesmo nível de ativação neuromuscular em ambos os músculos, mostrando que mesmo quando se

exercita somente os membros superiores o corpo todo está envolvido na execução do movimento (HODGES, CRESWELL & THORSTENSSON, 2001).

Com base nos achados do presente estudo e na literatura, nota-se que estudos deste tipo servem como base, visando fomentar o conhecimento científico acerca da prescrição de exercícios para o tratamento fisioterapêutico. Tradicionalmente, a prescrição dos exercícios terapêuticos (por exemplo, número de repetições e quantidade de carga externa) é realizada a partir da percepção do fisioterapeuta ao invés de estar calcada no método científico. Na maioria das vezes o fisioterapeuta desconhece qual a carga real (máxima) que o paciente poderia suportar, independente do implemento utilizado (seja pesos livres ou bandas elásticas) no exercício. A biomecânica é uma área do conhecimento científico que pode contribuir para o entendimento das forças atuantes nos movimentos, bem como sobre o envolvimento dos diferentes grupos musculares nestes movimentos e, conseqüentemente, qualificar o atendimento fisioterapêutico. Considerando que a falta de embasamento teórico, num passado recente, perpetuou na fisioterapia a atuação baseada no empirismo, acredita-se que pesquisas que visem produzir conhecimento científico, de qualquer natureza, possam contribuir para uma ação profissional mais qualificada.

## **CONCLUSÃO**

Os resultados demonstraram que o exercício de flexão de cotovelo realizado no modo unilateral gerou maior ativação neuromuscular do trapézio superior ipsilateral e maior ativação contralateral do músculo ílio costal lombar. Já quando o exercício foi realizado no modo bilateral, os resultados mostraram que existe uma tendência a manter um mesmo nível de ativação neuromuscular entre os lados em ambos os músculos, para uma mesma carga.

Outros estudos comparando exercícios nos modos bilateral e unilateral de membros superiores devem ser conduzidos com incrementos progressivos de cargas e direcionados a populações específicas, como por exemplo, mulheres, idosos em geral, atletas, entre outros, para confirmar se exercícios no modo bilateral acarretam em maior simetria de ativação neuromuscular do trapézio superior e iliocostal lombar, entre os lados direito e esquerdo do tronco.

No contexto da reabilitação, em termos práticos de prescrição de exercícios de fortalecimento muscular dos membros superiores, para favorecer a estabilidade do tronco, evitar sobrecarga na coluna vertebral e quadros de cervicalgia e/ou lombalgia, sugere-se por optar pelo modo de execução bilateral.

## REFERÊNCIAS

ARENA, S.S.; CARAZZATO, J.G. Relation between medical clinical monitoring and the incidence of sports injures in young athletes of São Paulo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v.13, n.4, p.217-21, 2007.

BORGES, D.G.; OLIVEIRA, J.S.; RISCADO, J.P.M.; SALLES, B.F. Análise das repetições máximas estimadas através do teste de uma repetição máxima. *Revista Arquivos em Movimento*, v.3, n.2, p.33-41, 2007.

CANDOTTI, C.T.; LOSS, J.F; BAGATINI, D.; SOARES, D.P.; ROCHA, E.K.; OLIVEIRA, A.R.; GUIMARÃES, A.C.S. Cocontraction and economy of triathletes and cyclists at different cadences during cycling motion. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v.19, n.5, p.915-21, 2009.

CINGOLANI, HE; HOUSSAY, AB. *Fisiologia Humana de Houssay*. 7ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CORREIA, P.P.; SANTOS, P.M.; VELOSO, A. *Eletromiografia: Fundamentação fisiológica. Métodos de recolha e processamento. Aplicações fisiológicas*. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana, 1993.

GREVE, J.M.D.; AMATUZZI, M.M. *Medicina de Reabilitação aplicada à ortopedia e traumatologia*. São Paulo: Roca, 1999.

GUIMARÃES, L.S.; CRUZ, M.C. Exercícios terapêuticos: a cinesioterapia como importante recurso da fisioterapia. *Lato & Sensu*, v.4, n.1, p.3-5, 2003.

GUYTON, A.C. *Fisiologia Humana e mecanismos das doenças*. 4ª edição. Rio de Janeiro, 1982.

HALL, S.J. Biomecânica básica. 4ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

HODGES, P.W.; RESSWELL, A.G.; THORSTENSSON, A. Perturbed upper limb movements cause short-latency postural responses in trunk muscles. *Experimental Brain Research*, v.138, n.2, p.243-50, 2001.

KISNER, C.; COLBI, L.A. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. 3ª edição. São Paulo: Manole, 1998.

LIS, A.M.; BLACK, K.M.; KORN, H.; NORDIN, M. Association between sitting and occupational LBP. *European Spine Journal*, v.16, p.283-9, 2007.

LOSS, J.F.; CANDOTTI, C.T. Comparative study between two elbow flexion exercises using the estimated resultant muscle force. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v.12, n.6, p. 502-10, 2008.

MACHADO, N.P.; NOGUEIRA, L.T. Evaluation of Physical Therapy service user satisfaction. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v.12, n.5, 401-8, 2008.

MAGALHÃES, M.S.; SOUSA, F.P. Avaliação da assistência fisioterapêutica sob a óptica do usuário. *Fisioterapia Brasil*, v.5, n.5, p.350-6, 2004.

MCGINNIS, P.M. Biomecânica do esporte e do exercício. Editora Artmed. Porto Alegre. 2002

OLIVEIRA, A.; GONÇALVES, M.; CARDOZO, A.; BARBOSA, F. Exercício rosca bíceps: influência do tempo de execução e da intensidade da carga na atividade eletromiográfica de músculos lombares. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v.6, n.2, p.170-8, 2006.

OLIVEIRA, M.A.S.; RODRIGUES, F.; BÉZIN, F. IX Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2001

O'SULLIVAN, S.B.; SCHMITZ, T.J. Fisioterapia: Avaliação e tratamento. 4ª edição. São Paulo: Manole, 2004.

PACHECO, M.; MACHADO, S.; LATTARI, J.E.; PORTELLA, C.E.; VELASQUES, B.; SILVA, J.G.; BASTOS, V.H.; RIBEIRO, P. Effects of mental practice combined with

kinesiotherapy in post stroke patients: a systematic review. *Revista de Neurociências*, v.15, n.4, p.304-9, 2007.

Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles, 2011. Disponível em: <http://www.seniam.org>. Acessado em: 03/05/11.

SIMÃO, R.; LEMOS, A.; VIVEIROS, L.E.; CHAVES, C.P.; POLITO, M. Maximum muscular strength in unilateral versus bilateral leg extension. *Revista Brasileira de Fisiologia do exercício*, v.2, n.1, p.47-57, 2003.

SIMÃO, R.; MONTEIRO, W.D.; ARAÚJO, C.G.S. Potência muscular máxima na flexão do cotovelo uni e bilateral. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v.7, n.5, p.157-62, 2001.

SHESTACK, R. *Fisioterapia prática*. 3ª edição. São Paulo: Manole, 1987.

SHIMANO, T.; KRAEMER, W.; SPIERING, B.; VOLEK, J.; HATFIELD, D.L.; SILVESTRE, R.; VINGREN, J.; FRAGALA, M.; MARESH, C.; FLECK, S.J.; NEWTON, R.U.; SPREUWENBERG L.P; HAKKINEN,K. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 20, p. 819–823. 2006.

TEIXEIRA, R.B.; SILVA, R.E.; MELO, M.O.; LA TORRE, M.; VOGT, E.; CANDOTTI, C.T. Comparação de valores de testes de força externa máxima do quadríceps femoral. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, v.6, n.1, p.33-37, 2007

THOMPSON, C.W.; FLOYD, R.T. *Manual de cinesiologia estrutural*. 1ª edição brasileira. Editora Manole São Paulo. 2002

TEIXEIRA-SALMELA, L.F.; OLNEY, S.J.; NADEAU, S. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v.80, n.10, p.1211-8, 1999.

WEISS, A.; SUZUKI, T.; BEAN, J.; FIELDING, R.A. High intensity strength training improves strength and functional performance one year after stroke. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, v.79, n.4, p.369-376, 2000.

WIRHED, R. *Atlas de anatomia do movimento*. 1ª edição. São Paulo: Manole, 1986.



**Contatos dos Autores:**

[marcelogvarela@bol.com.br](mailto:marcelogvarela@bol.com.br)  
[claudia.candotti@ufrgs.br](mailto:claudia.candotti@ufrgs.br)  
[marcelotorre@unisin.br](mailto:marcelotorre@unisin.br)  
[matiasnoll@yahoo.com.br](mailto:matiasnoll@yahoo.com.br)  
[fabianachaise@gmail.com](mailto:fabianachaise@gmail.com)  
[elisandrabassani@hotmail.com](mailto:elisandrabassani@hotmail.com)

**Data de Submissão:**  
**24/01 2011**

**Data de Aprovação:**  
**13/06/2011**