

DETERMINAÇÃO DO INÍCIO DA ATIVAÇÃO MUSCULAR PELA ELETROMIOGRAFIA NA AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE LOMBO-PÉLVICA

Fabricio José Jassi¹; Maria Elisa Marin Marques²; Vanessa Egydio Antunes Baccelli²; Neri Alves³; Fábio Mícolis de Azevedo⁴; Rúben de Faria Negrão Filho⁵

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da FCT/UNESP; ²Graduados em Fisioterapia pela FCT/UNESP; ³Professor Doutor do Departamento de Química, Física e Biologia da FCT/UNESP; ⁴Professor Doutor – Membro do Laboratório de Fisioterapia Aplicado ao Movimento Humano da FCT/UNESP; ⁵Professor Doutor do Departamento de Fisioterapia da FCT/UNESP

e-mail: jassi_jose@hotmail.com

Abstract: The purpose of this study was to examine the possibility of using surface electrodes to determine the pre-activation in the internal oblique and multifidus lumbar muscles during the movements of flexion and abduction of the shoulder. Participated of this study 18 young individuals, without complaint of pain, which were instructed to perform the movements with maximum speed and range of about 60°, after the visual stimulus. It was used a system of acquisition of signals with pre-amplifiers, light emitting diode. The muscles showed values that confirm the pre-activation during the movement of flexion.

Keywords: pre-activation, electromyography, lumbar stabilization.

Introdução

A dor lombar é um problema médico comum e segundo Panjabi [1] a probabilidade da dor lombar ao longo da vida de uma pessoa é de 50 a 70%, enquanto que para Liebenson [2] esta porcentagem pode chegar a 90%.

Diversas podem ser as causas da dor lombar, mas na maioria dos casos (85% das causas) a origem da dor é desconhecida [2, 3]. Segundo O'Sullivan [3] estudos têm sido realizados para identificação das possíveis causas geradoras da dor lombar e a instabilidade segmentar lombar vem sendo apontada como uma das possíveis causas.

A estabilidade depende de um sistema de estabilização composto por três subsistemas (passivo, ativo e neural) que sob condições normais garantem a estabilidade estática e dinâmica da coluna lombar. A pré-ativação dos músculos transverso abdominal (TrA), oblíquo interno (OI) e multifídus lombar (ML), vem sendo apontada como grande responsável pela estabilidade da coluna lombar. A ação desse sistema muscular é coordenada com a ação do sistema nervoso para que ocorra estabilidade do tronco. Os músculos estabilizadores devem, portanto, contrair-se de forma antecipatória (*feedforward*) às perturbações do tronco, para que ocorra devida proteção dos elementos da coluna lombar [4, 5]. É considerado como pré-ativação

uma contração muscular ocorrendo entre -100 e +50 ms antes do movimento do membro [5]. Considerando que este papel estabilizador primário pode estar comprometido em portadores de dor lombar, determinar o início dessa ativação pode ser um importante instrumento de avaliação desses pacientes.

A eletromiografia (EMG) tem sido usada para avaliar características temporárias do recrutamento dos músculos estabilizadores da coluna lombar, durante movimento rápido do membro superior [4, 5], podendo ser um importante instrumento para analisar a efetividade de um tratamento aplicado em indivíduos com diagnóstico de lombalgia.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a possibilidade da utilização da eletromiografia, por meio de eletrodos de superfície para determinar a pré-ativação nos músculos ML, OI e reto do abdome (RA) durante do movimento rápido do membro superior segundo o método proposto por Hodges e Richardson [4].

Material e Métodos

Participaram deste estudo 18 indivíduos jovens, de ambos os sexos (08 masculinos e 10 femininos) sem história de doença osteoarticular e sem queixa de dor lombar. O Estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da FCT/UNESP (Proc. 124/06).

Para a determinação do início da ativação muscular, durante os testes de movimentos rápidos de abdução e de flexão do braço, eletrodos ativos bipolares de superfície foram fixados nos músculos ML, OI e RA, no lado contralateral ao braço em movimento. O eletrodo do músculo deltóide (DE) foi colocado no membro superior dominante e serviu de ativação de referência para o movimento do braço.

Os indivíduos realizaram os testes de abdução e de flexão unilateral do membro superior dominante (determinado pelo teste de lateralidade – adaptado por ROSA NETO, em Manual de Avaliação Motora, 2002), em 3 momentos diferentes (momentos 1, 2 e 3); sendo que os momentos 1 e 2 foram realizados em um mesmo dia com um intervalo de descanso de 15 minutos,

enquanto que o momento 3 foi realizado depois de um período que variou de 2 à 7 dias. Em cada um dos momentos foram realizados 15 repetições do teste de abdução e 15 repetições do teste de flexão, com intervalos de 10 segundos entre cada repetição.

Durante a realização dos testes, os indivíduos permaneceram na posição ortostática, com as pernas estendidas e os pés mantidos separados a uma distância correspondente à largura do quadril, braços relaxados e pendentes ao lado do corpo. Os voluntários foram instruídos e treinados a realizá-los com velocidade máxima e amplitude de aproximadamente 60°, após o estímulo visual.

Instrumentação

Foram utilizados 4 pares de eletrodos bipolares de superfície, com superfície de captação de AgCl com diâmetro de 10 mm, posicionados paralelamente e separados entre si por 20 mm, sendo conectados a um circuito pré-amplificador com ganho de 20 vezes, CMRR (Common Mode Rejection Ratio) maior que 80 dB e impedância de 1012 Ω . Os sinais foram filtrados com faixa de frequência de corte de 20 Hz a 500 Hz e amplificados para um ganho final de 1000 vezes.

Para indicar o momento inicial de cada movimento foi utilizado um dispositivo composto por um circuito elétrico onde estão dispostos um diodo emissor de luz (LED), um gatilho e uma entrada de tensão para o condicionador de sinais.

Tratamento do sinal e análise dos dados

Os sinais selecionados passaram por rotina elaborada em ambiente Matlab para a determinação do início da atividade dos músculos. Na rotina os traçados foram processados com a retificação total do sinal e envoltória linear com filtro passa baixa de 50 Hz (Butterworth de 6ª ordem). Em seguida, o algoritmo apresentou uma janela, na tela do Matlab, para identificação visual do início de ativação (e que foi realizada pelo pesquisador); posteriormente, o algoritmo identificou o ponto no qual o sinal desviou da linha de base (obtida em 200ms antes do início da atividade) mais do que 3 desvios padrão, por um tempo mínimo de 25ms (Figura 12) (COWAN et al, 2002a).

Após a definição dos tempos de início de ativação, foram obtidos valores da diferença relativa do tempo de início da atividade (subtraindo o valor do DE pelo valor do ML, OI, RA). Dentre 15 movimentos realizados, foram selecionados para análise apenas 10 melhores sinais.

As análises estatísticas foram realizadas considerando três variáveis: reprodutibilidade em momentos diferentes (teste não paramétrico para medidas repetidas - Friedman Test, para o movimento de abdução e o teste paramétrico - Tukey-Kramer para o movimento de flexão), diferenças entre os músculos (análise não paramétrica - Kruskal-Wallis Test, para o movimento de abdução e o teste paramétrico - Tukey-

Kramer, para o movimento de flexão) e diferença de ativação dos músculos em diferentes movimentos (teste t pareado).

Resultados

Na análise descritiva (Figura 1) do tempo de início de ativação dos músculos, pode-se observar que independente do movimento realizado no teste, para os músculos ML e OI, a porcentagem de valores considerados como pré ativação não se alteram (97% e 96,8%, 77% e 77%; respectivamente). Já, o músculo RA apresenta diferença significativa nos valores da pré-ativação em função do tipo de movimento realizado (84% e 39%, respectivamente para abdução e flexão).

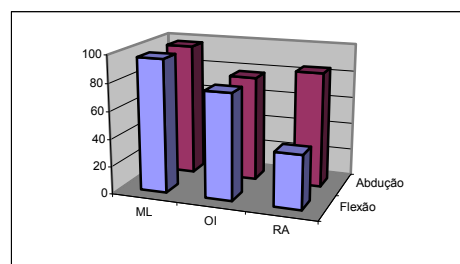


Figura 1. Gráfico mostrando a porcentagem de valores de pré-ativação do total dos valores obtidos dos músculos multifido lombar (ML), obliquo interno (OI) e reto abdominal (RA) nos testes de movimentos de flexão e abdução do braço.

Análise da reprodutibilidade do teste em diferentes momentos

Os resultados do teste estatístico na Tabela 1 mostra que para o músculo RA os valores do início de ativação foram semelhantes nos 3 momentos em que os testes de movimento rápido do braço foram realizados. Entretanto, para o músculo ML e OI houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), onde os valores entre M1 e M2 são diferentes para o ML e M1 e M3 para o OI; de forma que os valores de início de ativação não se reproduziram nos 3 momentos de teste de abdução.

Tabela 1. Valores das medianas dos músculos multifido (ML), obliquo interno (OI) e reto abdominal (RA), nos três momentos (M1, M2, M3) de coleta, no teste de movimento rápido de abdução do braço ($n = 18$).

Músculo	Movimento de Abdução			P value
	M1	M2	M3	
ML	-7.7 A	-1.6 B	-3.6 AB	0,0388
OI	16.1 A	11.2 AB	6.5 B	0,0014
RA	3.3	-6.0	-2.4	0,3023

Pode-se observar na tabela 2 que não existiu diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) para a diferença do início de ativação dos músculos ML e OI entre os diferentes momentos. Portanto, os valores de início de ativação se reproduziram nos 3 momentos de teste para os músculos ML e OI. Já para a diferença de início de ativação do músculo RA houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), onde os valores do teste no se mostraram diferentes entre os momentos M1 e M3.

Tabela 2. Médias e desvio padrão dos músculos multífido (ML), oblíquo interno (OI) e reto abdominal (RA), nos três momentos (M1, M2, M3) de coleta, no teste de movimento rápido de flexão do braço ($n = 18$).

Músculo	Movimento de Flexão			P value
	M1	M2	M3	
ML	-32.9 ±32	-32.5 ±30	-37.3 ±36	0,207
OI	-51.9 ±48	-58.5 ±61	62.9 ±74	0,135
RA	79.8 ±99 A	72.7 ±101 AB	61.6 ±97 B	0,020

Análise da variabilidade dos valores da diferença do início de ativação entre os músculos

Observando a tabela 3, verifica-se que durante o teste no movimento de abdução os músculos ML, OI e RA apresentaram diferenças estatisticamente significante ($P < 0,05$) entre eles no momento M1 e no momento M2 a diferença ocorreu entre OI e os outros dois músculos. Já, no teste M3 (que foi realizado em outro dia) não existiu diferenças do início de ativação entre os músculos ML, OI e RA.

Tabela 3. Medianas dos músculos multífido (ML), oblíquo interno (OI) e reto abdominal (RA), nos três momentos (M1, M2, M3) de coleta, no teste de movimento rápido de abdução do braço ($n = 18$).

Músculo	Movimento de Abdução			P value
	ML	OI	RA	
M1	-7.7 A	16.1 B	3.3 C	0,0001
M2	-1.6 A	11.2 B	-6.0 A	0,0024
M3	-3.6	6.5	-2.4	0,1116

Para o teste no movimento de flexão, mostrado na tabela 4, verifica-se que nos 3 momentos do teste existiu diferenças extremamente significantes entre os músculos ($P < 0,05$). Note que os valores médios dos tempos de início de ativação do ML e OI ocorrem bem antes (pré-ativação) do que o RA.

Tabela 4. Médias e desvio padrão dos músculos multífido (ML), oblíquo interno (OI) e reto abdominal (RA), nos três momentos M1 e M2, e a mediana no momento M3, no teste de movimento rápido de flexão do braço.

Músculo	Movimento de Flexão			P value
	ML	OI	RA	
M1	-32.9 ±32 A	-51.9 ±48 B	79.8 ±99 C	0,0001
M2	-32.54 ±30 A	-58.5 ±61 B	72.7 ±101 C	0,0001
M3	-36.8 A	-55.1 B	73.8 C	0,0001

A tabela 5 É possível observar na tabela acima a presença de diferença estatisticamente significante ($P < 0,05$) para o início de ativação de todos os músculos (ML, OI, RA) em relação aos diferentes movimentos. Nota-se que durante o movimento de flexão, os resultados dos valores da pré-ativação dos músculos ML e OI foram antecipados quando comparados aos valores dos mesmos músculos durante o movimento de abdução (pré-ativação) e no movimento de flexão os valores foram atrasados para o músculo reto abdominal em relação ao movimento de abdução.

Tabela 5. Valores das médias e desvio padrão dos músculos multífido (ML), oblíquo interno (OI) e reto abdominal (RA), nos três momentos (M1, M2, M3) de coleta, nos diferentes movimentos dos voluntários ($n = 18$).

Músculo	Momento	Movimentos		P value
		Abdução	Flexão	
ML	M1	-6.1 ±43	-32.9 ±32	0,0001
	M2	-3,3 ±32	-32.5 ±30	0,0001
	M3	-3.8 ±27	-37.3 ±36	0,0001
OI	M1	32.9 ±68	-51.9 ±48	0,0001
	M2	10.8 ±63	-58.5 ±61	0,0001
	M3	7.6 ±63	-62.9 ±74	0,0001
RA	M1	14.1 ±64	79.8 ±99	0,0001
	M2	0.6 ±58	72.7 101	0,0001
	M3	-3.1 ±55	61.6 ±97	0,0001

Discussão

Na discussão dos resultados é importante lembrarmos que o mecanismo de estabilização do tronco envolve o conceito de pré-ativação, onde ativação preparatória e antecipatória de músculos posturais específicos ocorre no sentido de manter equilíbrio dentro da base de suporte, quando deslocamentos no centro de gravidade são provocados.

De acordo com Aruin e Latash (1995, apud [5]) “atividade de músculo abdominal profundo que tem início entre -100 a 50 ms, antes da ativação do músculo que movimentar o braço é resultado da atividade de pré

ativação”. O resultado mostra que a pré-ativação ocorreu em 97% e 96,8% (respectivamente para o movimento de abdução e flexão) para o ML, 77% para o OI (independente do movimento), e 84% e 39% (respectivamente para o movimento de abdução e flexão) para o RA.

Estes resultados mostram que para os músculos ML e OI (considerados estabilizadores primários da coluna lombar) [6, 1], embora quantidade significativa dos valores obtidos tenha sido considerada como pré-ativação, existiu uma porcentagem de valores que não estão dentro desta faixa (entre -100 e 50 ms). É importante lembrar que os valores considerados como não pré-ativação, são alguns dentro os 10 valores de cada voluntário; ou seja, não foi observado um voluntário com todos os 10 valores fora da faixa de pré-ativação. No estudo de Marshall e Murphy [7], com metodologia semelhante ao nosso estudo, 4 dos 20 voluntários (indivíduos normais) apresentaram valores de início de ativação do OI considerados como não pré-ativados.

Com relação ao músculo RA (considerado como mobilizador do tronco)[1,6] no movimento de abdução do braço 84% dos valores foram considerados dentro da faixa de pré-ativação e este valor caiu para 39% no movimento de flexão. Resultados apresentados por Marshall e Murphy [7] também mostram valores de pré-ativação para o RA. Portanto, embora a função do RA esteja vinculada a ação de flexionar o tronco (aproximando a caixa torácica da pelve e vice-versa), a ação de contribuir com a estabilização do tronco deve ser considerada.

O resultado da análise estatística relativa à reprodutibilidade dos valores em diferentes momentos do teste mostrou que para os músculos estabilizadores primários (ML e OI) existiu influência do tipo de movimento; isto é, a reprodutibilidade no movimento de abdução não se mostrou consistente, já no movimento de flexão não existiu diferenças entre os três diferentes momentos de teste demonstrando reprodutibilidade e também mostra que os valores médios encontram-se dentro da faixa de pré-ativação.

A influência do tipo de movimento também se refletiu nos resultados quando da análise das diferenças entre os músculos estudados e da mesma forma, o movimento de flexão mostrou maior consistência. Em primeiro lugar os valores mostram diferenças entre os músculos, sendo o OI o primeiro a ser ativado, seguido do ML cujos valores encontram-se dentro da faixa de pré-ativação, e por último o RA que além da expressiva diferença os valores de início de ativação são ativados acima do valor máximo considerado como pré-ativação, o que pode ser esperado para este músculo cuja ação principal e o de mobilizar a região anterior do tronco.

Resultados semelhantes ao nosso podem ser observados no estudo de Marshall e Murphy [7], que além de mostrar maior consistência na reprodutibilidade entre diferentes momentos o movimento de flexão apresentou maior confiabilidade (ICC = 0.90).

Conclusão

O estudo mostrou a ocorrência de pré-ativação dos músculos estabilizadores primários, onde primeiramente ocorreu a ativação do músculo OI seguido do músculo ML para o movimento rápido do membro superior, especificamente para o movimento de flexão que foi mais consistente do que o movimento de abdução.

Existiu uma participação do músculo reto abdominal na pré-ativação no movimento de abdução, mas diminuição desta função no movimento de flexão, sendo influenciado pela direção dos movimentos.

Finalmente, considerando os resultados obtidos neste estudo e as semelhanças observadas na literatura acredita-se que o uso da técnica de determinação do início de ativação muscular por meio do teste de movimento rápido do membro superior pode ser um importante instrumento clínico para avaliar o papel estabilizador de músculos do tronco. É evidente que se deve levar em consideração principalmente o tipo de sujeito envolvido no estudo e as dificuldades para determinação automática do início de ativação muscular.

Agradecimentos: À FAPESP pelo apoio concedido (Bolsa IC – Proc. **06/60275-0**).

Referências

- [1] Panjabi, M.M. (2003) “Clinical spinal instability and low back pain” *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v.13, n.4, p.371- 379.
- [2] Liebson, C. (2004) “Spinal stabilization – an update.Part 2 – functional assessment” *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, v.8, p.199-210.
- [3] O’Sullivan, P.B. (2000) “Lumbar segmental “instability”: clinical presentation and specific stabilizing exercise management” *Manual Therapy*, v.5, n.1, p.2- 12.
- [4] Hodges, P.W.; Richardson, C.A. (1997) “Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement” *Exp Brain Res*, v.114, n.2, p.362- 370.
- [5] Gibson, J.; McCarron, T. (2004) Feedforward muscle activity: an investigation into the onset and activity of Internal oblique during two functional reaching tasks” *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, v.8, n.2, p.104- 113.
- [6] Norris, C. M. (1999) “Functional load abdominal training: part 1. Journal of Bodywork Movement Therapies”, v.3, n.3, p.150- 158.
- [7] Marshall, P.; Murphy, B.(2003) “The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement”, *Journal of Electromyography and kinesiology*, v.13, p.477-89.