

ANÁLISE DA FADIGA DOS MÚSCULOS PARAESPINHAIS EM INDIVÍDUOS COM E SEM DOR LOMBAR

Marcio Massao Kawano¹, Roger Burgo de Souza², Beatriz Ito Ramos de Oliveira³, Maryela Oliveira Menacho¹, Jefferson Rosa Cardoso^{1,2}

¹Laboratório de Eletromiografia Cinesiológica - Universidade Estadual de Londrina - PR.

²Docente do Dep. de Fisioterapia - Universidade Estadual de Londrina - PR.

³Fisioterapeuta.

Resumo: A disfunção dos músculos eretores da coluna é a principal causa da lombalgia crônica. A fadiga destes músculos tem sido relacionada com a dor lombar. **Objetivos:** verificar a fadiga dos músculos paraespinhais dos indivíduos com lombalgia crônica e compará-los com indivíduos assintomáticos em posição sentada. **Método:** Participaram 16 sujeitos do gênero masculino que se dividiram em grupo lombalgia e controle. O teste de fadiga consistiu em realizar a extensão de tronco contra a resistência de uma célula de carga na posição sentada por 30 segundos, a 50% e 75% da contração máxima. **Resultados:** Em todos os músculos avaliados (L1 e L5 direito e esquerdo) encontrou-se maior queda da frequência mediana no grupo lombalgia. No entanto, nenhum apresentou diferença estaticamente significativa. **Conclusão:** O grupo lombalgia apresentou menor valor da frequência mediana, indicando um processo de fadiga. Isto pode estar associado ao grau de disfunção dos músculos eretores da coluna nestes indivíduos.

Palavras Chave: Eletromiografia. Dor lombar. Biomecânica. Fadiga. Análise espectral.

Abstract: Dysfunction of the spinal erector muscles is the main cause of chronic low back pain. The fatigue of these muscles has been related to low back pain. Objectives: To assess the paraspinal muscle's fatigue behavior of subjects with chronic low back pain and compare them with asymptomatic subjects at the sitting position. Method: 16 male subjects were included, and were divided into low back pain group and control group. The fatigue test consisted on the performance of a trunk extension against the resistance of a load cell at the sitting position for 30 seconds, at 50% and 75% of maximum contraction. Results: On all muscles assessed (right and left L1 and L5) the decrease of the median frequency was more expressive on the low back pain group. Although, none of them presented significant statistical difference. Conclusion: The low back pain group showed lower values of median frequency, indicating a fatigue process. That may be associated to the level of dysfunction of the spinal erector muscles in these subjects.

Keywords: Electromyography. Low back pain. Biomechanics. Fatigue. Spectral analysis.

INTRODUÇÃO

Os movimentos do tronco e a manutenção da postura necessitam de ações musculares seletivas e compatíveis com a demanda das atividades diárias. Os músculos eretores de coluna asseguram o posicionamento correto do tronco na posição ereta e agem como sinergistas para os movimentos dos segmentos corporais [1].

Indivíduos com problema na região lombar têm redução na força e na resistência dos músculos da coluna e, isto se deve ao desuso e o descondicionamento relacionado à dor [2]. A

disfunção dos músculos eretores da coluna é a principal causa da lombalgia crônica. Há considerável evidência que relata a presença de disfunção no movimento e no controle motor dos indivíduos sintomáticos [2,3]. Quando há déficit no desempenho deste grupo muscular, ocorre a instabilidade da coluna. Além disso, propicia o aparecimento de processos algícos e predispõe a fadiga muscular [4].

A fadiga muscular é definida como falha ou diminuição da força durante atividades de sustentação ou repetição. A eletromiografia de

superfície é um instrumento comumente utilizado para análise da fadiga muscular. Por meio da análise da espectral dos sinais eletromiográficos pode-se obter a frequência mediana (FM). Durante contração isométrica sustentada, uma compressão do espectro para baixas frequências é observado e isto é interpretado como fadiga muscular [2].

Há na literatura alguns estudos que verificaram a análise espectral dos músculos paraespinhais em indivíduos com e sem dor lombar em posturas estáticas e dinâmicas. Entretanto, estes estudos avaliam a fadiga dos músculos paraespinhais na posição ortostática ou em decúbito ventral. Com isso, os objetivos do estudo foram: verificar o comportamento da fadiga dos músculos paraespinhais dos indivíduos com lombalgia crônica e compará-los com indivíduos assintomáticos na posição sentada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participantes

Participaram do estudo 16 indivíduos do gênero masculino com idades entre 20 e 50 anos que foram divididos em dois grupos: um com e o outro sem lombalgia crônica. Oito participantes possuíam diagnóstico médico exclusivo de lombalgia crônica (presente pelo menos um período do dia, no mínimo há três meses, caracterizado como episódio único ou múltiplo) e constituíram o grupo lombalgia. O grupo controle foi formado por oito participantes com características físicas similares, livres de sintomas e recrutados por conveniência. A Tabela 1 apresenta os dados antropométricos de ambos os grupos. No dia que antecedeu os testes, todos os participantes compareceram ao local de coleta para familiarização com o local, instrumentos,

procedimentos e receberam orientações para a não realização de atividades físicas extenuantes. Todo o protocolo da pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética local e todos os participantes foram informados, concordaram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Tabela 1 - Dados antropométricos dos indivíduos do grupo controle e lombalgia.

	Grupo controle \bar{x} (DP)	Grupo lombalgia \bar{x} (DP)
Idade (anos)	29,75 (8,70)	31,50 (9,40)
Massa Corpórea (kg)	75,57 (3,60)	71,93 (10,30)
Estatura (cm)	176 (0,60)	176 (0,60)
IMC (kg/m ²)	24,48 (1,45)	22,68 (3,70)

\bar{x} = Média; DP = Desvio padrão;

Aplicou-se a todos os participantes a escala visual análoga (EVA) antes e após dos procedimentos. Posteriormente, somente o grupo lombalgia respondeu o questionário “*Roland-Morris*” de funcionalidade (0-24), na qual “0” representa livre de sinais e sintomas e “24” grande incapacidade funcional.

Equipamentos

Para obtenção dos sinais eletromiográficos foi utilizado um eletromiógrafo de superfície com dezesseis canais (EMG System do Brasil) composto por um conversor A-D (analógico-digital) de doze *bits* de resolução. Os eletrodos circulares de Ag/AgCl foram conectados a um pré-amplificador de alta impedância (1.0×10^{12} Ohm), com ganho de 20x, razão de rejeição do modo comum maior que 100 dB. Os sinais foram ajustados para 1000 amostras por segundo e o filtro numa frequência de passagem de 20Hz a 500Hz. Esses sinais foram interpretados em um programa

de aquisição de dados (AqDados, 5.0). Os sinais eletromiográficos foram processados pelo algoritmo da Transformada Rápida de *Fourier* por meio do *Software AcqKnowledge 3.7.1.* para se determinar a fadiga muscular.

Uma célula de carga (CC) foi fixada em um colete e a outra extremidade à parede. A CC possibilitou quantificar a carga da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e posteriormente a carga que correspondesse a 50% e 75% da CIVM.

Para o posicionamento sentado dos indivíduos durante os testes utilizou-se uma cadeira extensora. Além disso, para o posicionamento adequado da articulação do quadril em 30° de flexão, utilizou-se um goniômetro.

Procedimentos

Os voluntários permaneceram sentados enquanto os músculos foram localizados por meio da palpação, precedido por tricotomia e limpeza do local para diminuir a impedância da pele. Os eletrodos ativos foram colocados sobre a região dos músculos paraespinais na altura da primeira (L1D e L1E) e da quinta vértebra lombar (L5D e L5E) do lado direito e esquerdo, sobre os músculos longuíssimo do dorso e multifídios, respectivamente [2]. Todo o procedimento de colocação dos eletrodos seguiu recomendação *SENIAM (Surface-EMG for the Non Invasive Assessment of Muscle)* [5]. A distância centro-a-centro dos eletrodos foi de dois centímetros paralelos a fibras musculares e do centro dos eletrodos até o centro do processo espinhoso foi de três centímetros. O eletrodo de referência foi colocado no punho direito.

O posicionamento para a obtenção da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e

dos testes de fadiga foi o mesmo (Figura 1). O participante permaneceu na posição sentada na cadeira extensora com a pelve devidamente fixada por um cinto, com o quadril a 30° de flexão. Nesta posição, os voluntários foram instruídos a vestir um colete ajustável acoplado a célula de carga.

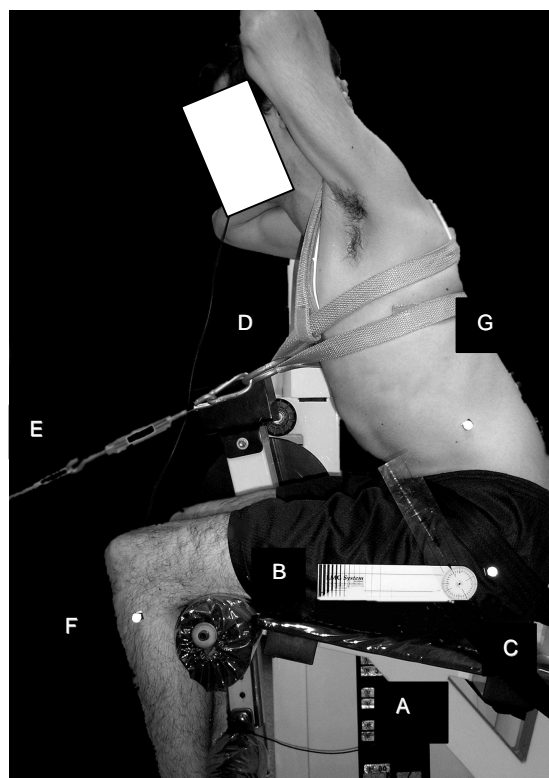


Figura 1. Posicionamento do participante durante o teste de fadiga.

A – cadeira de teste; B – goniômetro; C – cintos; D – colete; E – cabo acoplado à célula de carga; F – marcadores reflexivos; G - eletrodos de superfície.

Para se determinar a CIVM três tentativas foram realizadas. Solicitou-se ao sujeito que realizasse a extensão do tronco contra a resistência da célula de carga durante cinco segundos, com intervalo de dez segundos de repouso entre uma tentativa e outra. Durante os testes de CIVM os participantes receberam incentivos motivacionais. Padronizou-se como CIVM o maior valor entre as três tentativas. Em seguida, por meio de sorteio

simples determinou-se a ordem da realização dos testes nas cargas propostas no estudo: 50 e 75% da CIVM.

Após os procedimentos para se determinar a CIVM, determinou-se a carga individualizada para cada sujeito que correspondessem a 50 e 75% da CIVM. Um intervalo de dez minutos entre a CIVM e o início dos testes foi estipulado como padrão.

Após o repouso, com o indivíduo devidamente posicionado, os teste de fadiga foram realizados. Estes testes consistiram de dois exercícios de extensão de tronco, um a 50% e o outro a 75% da CIVM, intervaladas por dez minutos entre elas. No primeiro teste, o participante foi instruído a fazer a extensão de tronco por 30 segundos, contra a resistência da célula de carga (na primeira carga determinada por sorteio). Para este procedimento, um monitor foi posicionado a frente dos participantes para fácil visualização da carga a ser exercida, além disso, incentivos verbais foram dados para manter a carga determinada. Após cinco minutos de repouso, o segundo teste com a respectiva carga foi executado com os mesmos procedimentos.

Análise dos dados

A FM foi definida como a frequência na qual divide o espectro em duas regiões de mesma potência. Para a análise da fadiga obteve-se a FM de cada músculo calculado para cada 2,5 segundos. O sinal foi analisado mediante regressão linear simples da FM em função do tempo. Os respectivos *slopes* (inclinação da reta) foram obtidos e comparados. Os cinco segundos iniciais e finais foram desconsiderados.

Análise estatística

Para comparação entre os músculos, foi utilizado a análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas com significância estipulada em 5% ($P < 0,05$). Para a análise dos dados foi usado o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 11.5 para Windows.

RESULTADOS

Todos os 16 participantes conseguiram concluir os testes. A média do EVA no início dos testes foi de $\bar{x} = 3,32$ (DP = 2,08). Ao final dos procedimentos teve-se uma média menor: $\bar{x} = 2,90$ (DP = 2,59), (Teste de *Wilcoxon*; $P = 0,67$). O questionário “*Roland-Morris*” apresentou $\bar{x} = 6$ pontos (DP = 4,1).

Os valores dos *slopes* que representam a queda da FM em função do tempo são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores dos *slopes* do grupo lombalgia e controle nas cargas de 50% e 75% da CIVM.

Músculo	Grupo Controle \bar{x} (DP)	Grupo Lombalgia \bar{x} (DP)
L1D 50%	- 1,30 (2,61)	- 2,23 (3,48)
L1E 50%	- 1,61 (1,86)	- 2,08 (2,46)
L5D 50%	- 0,82 (0,95)	- 1,02 (1,26)
L5E 50%	- 1,32 (3,02)	- 2,27 (4,15)
L1D75%	- 0,59 (1,57)	- 0,82 (1,97)
L1E75%	- 0,69 (1,22)	- 0,91 (1,70)
L5D75%	- 1,36 (0,94)	- 1,70 (1,08)
L5E75%	- 0,92 (1,32)	- 1,05 (1,64)

\bar{x} = média; DP = desvio padrão; Não houve diferença estatisticamente significante entre os grupos e músculos.

DISCUSSÃO

Os valores obtidos no EVA após os testes demonstram que houve uma diminuição da dor nos indivíduos com lombalgia, porém sem diferença estatisticamente significativa. Este fato permite afirmar que o protocolo utilizado no estudo não levou ao aumento da dor lombar nestes voluntários.

No presente estudo não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para os *slopes* da queda da frequência mediana entre os músculos. No entanto, o grupo lombalgia apresentou maior fadiga em todos os segmentos avaliados. Este fato pode estar relacionado ao grau de disfunção dos paravertebrais dos indivíduos com lombalgia, uma vez que a pouca tolerância ao exercício físico pode estar relacionado à atrofia destes músculos.

Os grupos musculares L1D a 50% da CIVM e L5E a 50% apresentaram maiores diferenças nos *slopes* em valores absolutos entre os grupos controle e lombalgia. Estes valores diferenciam do estudo de Peach et al. [6] que verificaram uma maior fadiga da região de L5D e L5E. Este achado foi justificado por existir mais fibras do tipo I em regiões acima de L5 e também, porque na posição ortostática a musculatura lombar sustenta maiores forças do que a porção torácica.

No presente estudo observou-se assimetrias em ambos os grupos, entre o lado direito e esquerdo com relação à fadiga. Segundo Roy [7] acredita-se que isto pode ser causada pela dominância dos indivíduos.

O declínio da frequência mediana encontrada em ambos os grupos corrobora com estudos prévios, os quais justificaram esta queda pela diminuição na velocidade da condução da

fibra muscular [8]. Isto reflete o acúmulo de metabólitos nas fibras musculares, o que compromete o desempenho da contração e, assim, caracteriza o processo de fadiga muscular. Porém, de acordo com Masuda et al. [9], a velocidade de condução da fibra muscular não é o único fator que desencadeia o declínio da frequência mediana. Estes autores verificaram que também há a influência do fluxo sanguíneo durante o processo de fadiga muscular.

CONCLUSÃO

O grupo lombalgia apresentou maior suscetibilidade à fadiga quando comparado ao controle. Este fato pode estar associado ao grau de disfunção nos músculos eretores de espinha dos indivíduos com lombalgia.

REFERÊNCIAS

- [1] Costa D, Palma A. O efeito do treinamento contra resistência na síndrome da dor lombar. *Rev Port Cien Desp* 2005, 2: 224-34
- [2] Elfving B, Dederig A, Németh G. Lumbar muscle fatigue and recovery in patients with long-term low-back trouble – electromyography and health-related factors. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2003, 18: 619-630.
- [3] Dankaerts W, O'Sullivan PB, Burnett AF, Straker LM, Daneels LA. Reliability of EMG measurements for trunk muscles during maximal and sub-maximal voluntary isometric contractions in healthy controls and CLBP patients. *J Electromyogr Kinesiol* 2004, 14: 333-42.
- [4] Barbosa FSS, Gonçalves M. Comparação entre protocolos de exaustão e de 30 segundos utilizados na avaliação da fadiga eletromiográfica dos músculos eretores da espinha. *Rev Bras Fisioter* 2005, 9: 77-83.

- [5] Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol* 2000; 10: 361-74.
- [6] Peach JP, McGill SM. Classification of low back pain with the use of spectral electromyogram parameters. *Spine* 1998; 23: 1117-23
- [7] Roy SH. The use of electromyography for the identification of fatigue in lower back pain. *Motriz* 2003; 9: 17-23.
- [8] Kramer M, Ebert V, Kinzl L, Dehner C, Elbel M, Hartwig E. Surface electromyography of the paravertebral muscles in patients with chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86: 31-6
- [9] Masuda K, Masuda T, Sadoyama T, Inaki M, Katsuta S. Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 1999; 9: 39-46.

E-mail:

marcio_kawano@yahoo.com.br

jeffcar@uel.com (orientador)