

## Efeito do gênero sobre fatigabilidade da musculatura lombar

Marcelo Pinto Pereira<sup>1</sup>  
Mauro Gonçalves<sup>1,2</sup>  
Fernando Sérgio Silva Barbosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Educação Física UNESP Rio Claro

<sup>2</sup>Departamento de Educação Física - Laboratório de Biomecânica UNESP Rio Claro

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito do gênero sobre a atividade eletromiográfica e o tempo de resistência isométrica (TRI) dos músculos Multifídeo e Ilíocostal lombares. Oito homens e seis mulheres realizaram a extensão isométrica do tronco em decúbito ventral a 5%, 10%, 15% e 20% da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) até a exaustão. Os resultados demonstraram que não houve diferenças no *slope* de RMS; as mulheres apresentaram maior TRI na carga de 5% ( $p<0.05$ ), e maiores *slopes* de FM em ambos os músculos nas cargas de 5%, 10% e 15% da CIVM e no IC para carga de 20% ( $p<0.05$ ) em relação aos homens. Em ambos os gêneros os resultados eletromiográficos foram diferentes em função da intensidade de contração, que oportunizará melhor entendimento sobre as dores lombares decorrentes da uma fadiga seletiva e desenvolver programas de exercício diferenciados para ambos os músculos.

**Palavras-chave:** Eletromiografia. Gênero. Contração Isométrica. Tempo de Resistência. Coluna Lombar.

*Lumbar muscle fatigue: the effect of gender.*

**Abstract:** The propose of this paper was to evaluate the effect of gender in electromyographic activity and the isometric resistance time (IRT) of Multifidus and Iliocostalis lumbar muscles. Eight men and six women performed isometric lumbar extension in ventral decubit at 5%, 10%, 15% e 20% of maximal isometric voluntary contraction (MIVC) until exhaustion. The results demonstrated that there was not any difference int RMS slope; the women presented a higher IRT at 5% load ( $p<0.05$ ) and higher FM slopes in both muscles at 5%, 10% e 15% of MIVC and in the 20% for IC ( $p<0.05$ ). The men presented higher IRT in relationship to the men. In both genders the electromyographic results were differents in function of intensity of load that will allow understand better the low back pain due the selective fatigue and develop programs of exercises differently to both muscles.

**Key-words:** Electromyography. Gender. Isometric Contractions. Resistance Time. Lumbar Spine.

### Introdução

As doenças ocupacionais são responsáveis por grandes perdas financeiras para a nação. O governo do Brasil gastou R\$23,6 bilhões, no ano de 2000, com segurados em acidentes de trabalho (CHORATTO; STABILLE, 2003), e dentre estas a que possui maior índice de incidência são as dores da coluna, principalmente na sua região lombar (lombalgias - ANTONALIA, 2001). Essas lombalgias vêm sendo atribuídas, entre outros fatores, à fadiga dos músculos lombares durante atividades de vida diária, sobrecarregando os elementos passivos dessa região (ROY; de LUCA; CASAVANT, 1989).

A fadiga, definida como a perda de manutenção de trabalho ou a perda da eficiência da contração muscular tem sido amplamente estudada através da eletromiografia (EMG) (CARDOZO; GONÇALVES, 2006; SILVA; GONÇALVES, 2006; OLIVEIRA et al., 2006) Essa ferramenta se utiliza da captação de sinais elétricos provenientes da propagação dos

impulsos nervosos que tem como resultado a contração muscular.

Embora os estudos que se utilizam dessa ferramenta tenham demonstrado que diferentes músculos esqueléticos apresentam comportamentos distintos (BILODEAU et al., 1999), possivelmente devido às diferenças histológicas de cada músculo (KUMAR; NARAYAN, 1999) pode-se verificar que há predomínio no decréscimo da frequência em função do tempo (TSUBOI et al., 1994). Este fato por sua vez, denota uma diminuição da velocidade de condução dos potenciais de ação como resultado do acúmulo de ácido láctico e metabólitos no músculo (PETROFSKY; LIND, 1980).

Já a amplitude do sinal eletromiográfico demonstra um aumento em função do tempo de execução da tarefa o que tem sido justificado pelo recrutamento de novas unidades motoras substituindo aquelas já fadigadas, com o intuito de manter a tensão presente no músculo (MORITANI;

NAGATA; MURO, 1982). A relação desses parâmetros obtidos ao longo do tempo de contrações musculares isométricas realizadas até a exaustão ou por períodos de tempo específicos é o método mais comumente utilizado para a identificação da fadiga muscular (CARDOZO; GONÇALVES, 2006; SILVA et al., 2006).

Uma análise da regressão linear da amplitude ou da frequência do sinal EMG em função do tempo se dá através da inclinação ou *slope* da reta resultante e tem sido considerado um parâmetro na identificação da ocorrência e do nível da fadiga muscular (CARDOZO; GONÇALVES, 2003).

Um dos testes de avaliação da fadiga nos músculos da coluna lombar comumente proposto é o teste de Sorensen (LUOTO; HELIÖVAARA; HURRI, 1995), que consiste na extensão isométrica da coluna lombar, partindo de uma posição de decúbito ventral com estabilização de joelho e pelve e com as mãos cruzadas sobre o tórax (BIERING-SORENSEN, 2003). Esse teste foi inicialmente proposto apenas para a verificação do tempo de resistência isométrica (TRI) para avaliar as variáveis mecânicas, mas quando a atividade eletromiográfica dos músculos lombares foi relacionada com a EMG, uma relação curvilínea (CLARK; MANINI; PLOUTZ-SNYDER, 1984) ou linear foi encontrada (MANNION; DOLAN, 1994).

Além disso, apesar de ser de comum acordo que existem certas distinções anatômicas e histológicas desses músculos entre os gêneros (DEDERING; NEMETH; HARMS-RINGDAH, 1999), são poucos os estudos que se aprofundam no entendimento dessas diferenças frente à fadiga, sendo que a maior parte deles envolveu indivíduos do sexo masculino. Porém alguns trabalhos afirmam que as mulheres têm um tempo de resistência maior que os homens (JORGENSEN, 1997).

Algumas teorias justificam essa resposta diferenciada do tempo de resistência entre homens e mulheres. A primeira delas, diz respeito à diferença morfológica e anatômica entre os gêneros (DEDERING; NEMETH; HARMS-RINGDAH, 1999; UMEZU ET AL., 1998). A maior prevalência de fibras do tipo I em mulheres não só promove uma melhor oxigenação tecidual, mas também uma melhor capacidade de sustentação isométrica (MANNION; DOLAN, 1994). Segundo esse estudo, mesmo sob uma mesma carga relativa essa musculatura é capaz de sofrer menor influência de metabólitos que uma musculatura com prevalência de fibras do tipo II.

Dessa forma, havendo pouco entendimento sobre as diferentes estratégias de recrutamento neuro-muscular entre os gêneros, o presente trabalho tem como objetivo avaliar e comparar a performance (através do TRI) e o comportamento neuro-muscular (através das variáveis EMGs) de ambos os gêneros frente à contrações isométricas fatigantes de extensão do tronco. Têm-se como hipótese que as mulheres terão um TRI maior que dos homens se utilizando diferentes estratégias neuro-musculares.

## Métodos

### Indivíduos:

Foram selecionados 14 voluntários (8 homens e 6 mulheres, com idade de  $20 \pm 1,96$  e  $21 \pm 2,61$  anos respectivamente), não praticantes de atividade física regular (com uma frequência de prática de exercícios físicos inferior a 3 dias na semana e menor que 1 hora em cada dia), saudável, sem história de dor lombar nas quatro semanas que antecederem o estudo. Os indivíduos foram recrutados voluntariamente e todos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento.

### Estação de Teste e Procedimentos:

Para a determinação da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) assim como para as contrações submáximas os voluntários foram posicionados em decúbito ventral sobre uma mesa especificamente desenvolvida para este teste.

O teste constituiu na extensão isométrica da coluna vertebral tracionando uma célula de carga (Kratos 200 Kg, Kratos Dinamômetros LTDA<sup>®</sup>) fixada em uma extremidade à um colete utilizado pelos voluntários e à base da mesa de teste na outra extremidade. A célula de carga foi acoplada a um indicador digital (Kratos IK 14<sup>a</sup>, Kratos Dinamômetros LTDA<sup>®</sup>), o qual permitiu aos voluntários controlarem a intensidade da contração no momento dos esforços submáximos.

Com o objetivo de fornecer maior estabilidade aos voluntários, cinco cintos de segurança foram posicionados ao redor das articulações dos quadris, joelhos e tornozelos assim como no centro da coxa e da perna, fixando a pelve e os membros inferiores à mesa de teste.

Para evitar possíveis movimentos compensatórios, limitadores de movimento foram posicionados sobre as escápulas e lateralmente no tronco para controlar a rotação e inclinação lateral da coluna vertebral respectivamente.

A contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de cada voluntário foi determinada um dia antes do teste, sendo esse, distante de no máximo uma semana das contrações submáximas. Nesse dia, na postura padronizada para o

*Motriz, Rio Claro, v.12, n.1, p.43-50, jan./abr. 2006*

estudo, os voluntários realizaram três CIVMs, com duração de cinco segundos e intervalo de no mínimo cinco minutos entre cada uma delas. A CIVM foi determinada como a tentativa em que foi atingida a maior tração na célula de carga. Durante a determinação da CIVM, os voluntários foram impossibilitados de verem o display indicando a força que estavam realizando para que não fossem influenciados.

Em outros quatro dias de teste, com intervalo de no mínimo 24 horas e no máximo de 48 horas entre cada um, foram realizadas contrações isométricas até a exaustão dos voluntários nas intensidades de cargas de 5%, 10%, 15% e 20% da CIVM, sendo essas cargas escolhidas aleatoriamente. Os indivíduos realizaram ao chegarem ao laboratório, para efeito de padronização, uma nova CIVM com duração de 5 segundos com repouso de 5 minutos entre esta e a contrações submáximas.

A exaustão do voluntário foi definida como o abaixamento voluntário do tronco pela impossibilidade de continuar mantendo a postura padronizada ou a variação da carga a ser sustentada maior do que 1 Kg, mesmo após 3 comandos verbais.

#### *Eletromiografia*

Logo que não existem diferenças entre os metâmeros corporais no exercício proposto (CARDOZO; GONÇALVES; GAUGLITZ, 2004), a atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos eretores da coluna, apenas o lado direito de cada voluntário foi registrada continuamente por meio de eletrodos de superfície bipolares passivos de Ag/AgCl (Medi Trace<sup>®</sup>, Kendal) posicionados sobre o músculo multifido no nível de L4-L5 deslocados 3 cm lateralmente e sobre o iliocostal no nível do espaço interespinal de L2-L3 deslocados 6 cm lateralmente (BARBOSA; GONÇALVES, 2005). A distância intereletrodos foi de 3 cm centro a centro.

Previamente a colocação dos eletrodos foi realizada tricotomia, abrasão suave da pele com lixa fina e limpeza da pele com álcool.

Para a captação da atividade EMG dos músculos avaliados foi utilizado um módulo de aquisição de sinais biológicos (Lynx, Lynx Tecnologia Eletrônica LTDA<sup>®</sup>). Esse módulo foi calibrado com um ganho de 1000 vezes, filtro passa alta de 10 Hz, filtro passa baixa de 500 Hz e filtro *notch* de 60 Hz. Também foi utilizada uma placa conversora analógico-digital (A/D) com faixa de entrada de +5 a -5 Volts e resolução de 10 bits (CAD 1025, Lynx Tecnologia Eletrônica LTDA<sup>®</sup>), e um software específico calibrado com uma frequência de

amostragem de 1000 Hz (Aqdados 4, Lynx Tecnologia Eletrônica LTDA).

#### *Tratamento dos dados:*

O sinal EMG registrado durante as contrações submáximas foi avaliado por meio de rotinas específicas desenvolvidas em ambiente MATLAB (The Math Works Inc<sup>®</sup>), as quais possibilitaram a obtenção de diferentes parâmetros EMG a partir de intervalos de tempo de 1 segundo de duração a cada 0.5 segundo. Os parâmetros espectrais e temporais avaliados foram RMS Médio (RMS) e Frequência Média (FM).

O tempo de resistência isométrica (TRI) foi normalizado em 100% e os valores correspondentes aos parâmetros EMG avaliados foram obtidos para cada 5% do tempo. Esses valores foram correlacionados com o TRI normalizado por meio da correlação linear de Pearson. Esse tratamento estatístico permitiu a obtenção de uma reta com sua inclinação sendo definida como *slope*.

#### *Análise Estatística*

A normalidade dos dados foi verificada utilizando o teste de Kolmogorov-Sminov, e em consideração aos resultados obtidos, a estatística não paramétrica foi utilizada.

Os valores das cargas e de valores iniciais e finais de FM foram avaliados através do teste para duas amostras dependentes de Wilcoxon. O efeito da intensidade da carga sobre os valores de *slope* foi verificado por meio do Teste de Variância de Friedman, assim como a influência da carga sobre o TRI de ambos os sexos. Já o efeito do gênero sobre os *slopes* de uma mesma carga e o efeito do gênero sobre o TRI foi avaliado através do teste para duas amostras independentes de Mann-Whitney.

Todos os valores estão expressos na forma de média ( $\pm$  desvio padrão). Os resultados foram considerados estatisticamente significantes quando  $p < 0.05$ .

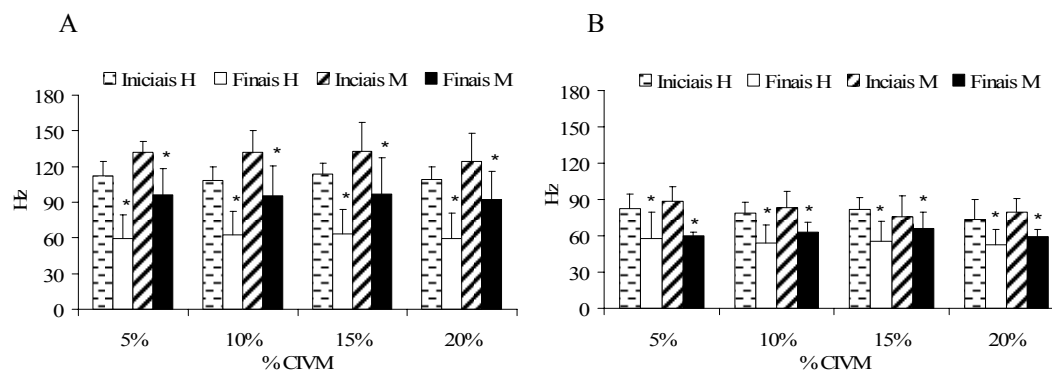
### **Resultados**

Apesar de os grupos se diferenciarem quanto à altura e peso, não foram encontradas diferenças significativas quanto ao Índice de Massa Corpórea IMC ( $p > 0,05$ ), sendo de  $23,18 \pm 3,13 \text{ kg/m}^2$  para homens ( $72,88 \pm 13,10 \text{ kg}$  e  $176,81 \pm 7,25 \text{ cm}$ ) e de  $21,80 \pm 1,44 \text{ kg/m}^2$  para as mulheres ( $57,07 \pm 5,91 \text{ kg}$  e  $161,67 \pm 6,41 \text{ cm}$ ). Dessa forma, as CIVMs e cada carga utilizada para as contrações submáximas, em ambos os gêneros, estão expressas na tabela 1.

Tabela 1. Força de tração na célula de carga e respectivas cargas utilizadas para as contrações submáximas para ambos os sexos (\* = p<0.05 em relação aos homens).

	Cargas (Kg)				
	CIVM	5%	10%	15%	20%
Homens	44,36±14,75	2,19±0,73	4,43±1,48	6,65±2,22	8,87±2,95
Mulheres	23,97±6,55*	1,15±0,32*	2,35±0,64*	3,52±0,97*	4,70±1,28*

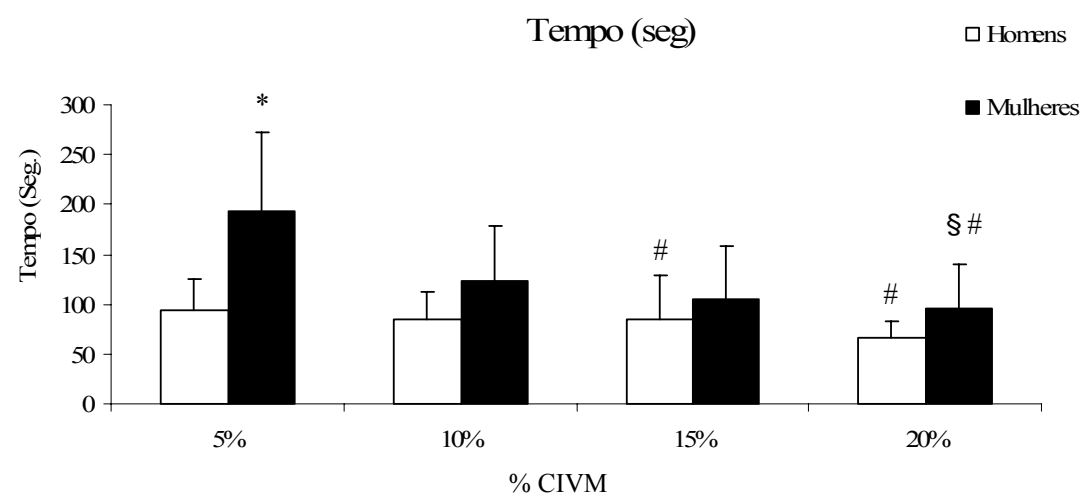
Em todas as situações de teste, em ambos os sexos os valores finais de FM foram inferiores aos iniciais (p<0.05), tanto para o músculo MU como para o IC (figura 1A e 1B).



\* - p<0.05 em relação ao valor inicial

Figura 1. Valores iniciais e finais de FM (Hz) normalizados do músculo Multifido (MU) (A) e músculo Iliocostal (IC) (B) em todas as cargas para ambos os sexos.

As mulheres apresentaram uma tendência a terem um TRI maior que os homens (figura 2), entretanto, diferenças estatisticamente significantes foram encontradas apenas na carga de 5% da CIVM (p<0.05). Nos diferentes percentuais de carga, os homens demonstraram um TRI menor para as cargas de 15% e 20% quando comparados com a carga de 5% da CIVM. Já as mulheres apresentaram um TRI menor na carga de 20% quando comparado com a de 5% e 10% CIVM.



\* - p<0.05 em relação aos homens.

# - p<0.05 em relação a carga de 5% CIVM.

§ - p<0.05 em relação a carga de 10% CIVM.

Figura 2. Tempo de Resistência Isométrica (TRI) de ambos os gêneros nas quatro cargas utilizadas.

Os valores de *slope* de RMS do MU e do IC estão representados na figura 3. Não foi encontrada influência da carga sobre os *slopes* de RMS em nenhuma situação, em ambos os sexos ( $p > 0.05$ ). Apesar de existir uma tendência de maiores valores de *slope* para os homens em comparação com as mulheres, nenhuma diferença estatística significativa foi encontrada. ( $p > 0.05$ ).

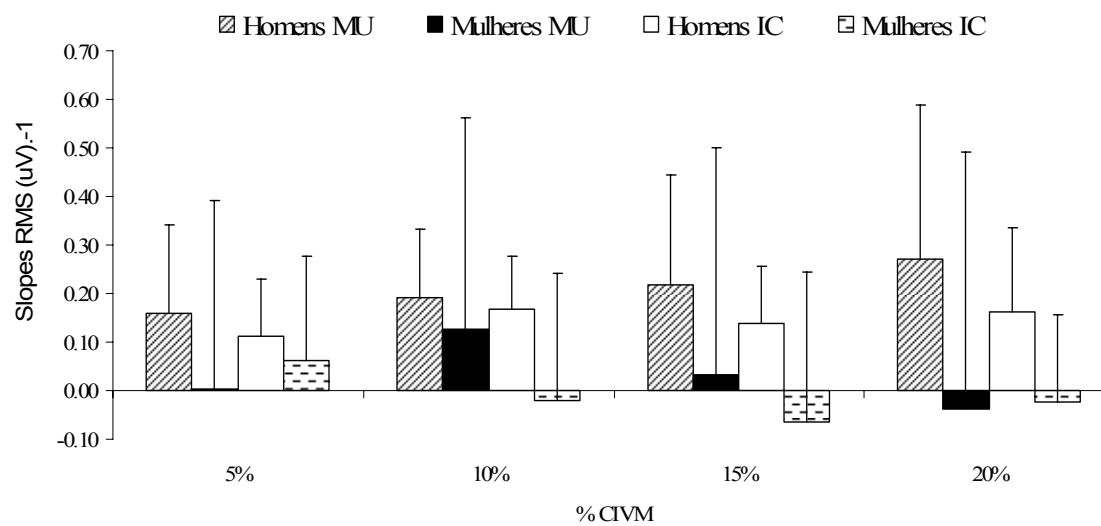
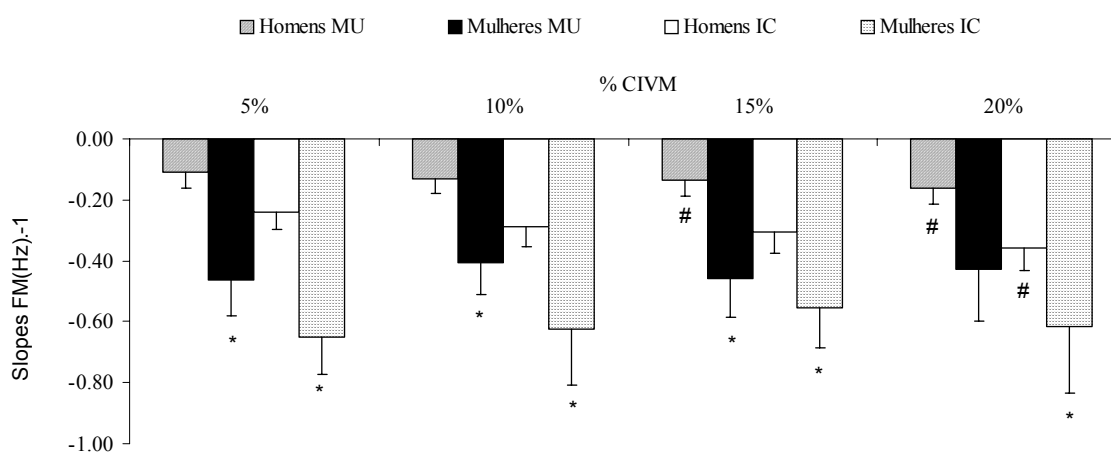


Figura 3. *Slopes* de RMS ( $\mu V \cdot s^{-1}$ ) do músculo Multifido (MU) e Iliocostal (IC) de ambos os sexos nas quatro cargas utilizadas.

Na figura 4, estão expressos os *slopes* de FM de ambos os sexos dos dois músculos testados para as quatro cargas utilizadas. Entre os homens, os valores de *slope* foram maiores para o MU nas cargas de 15% e 20% em relação a carga de 5% da CIVM ( $p < 0.05$ ). Já para o IC, apenas o *slope* na carga de 20% foi maior que na carga de 5% da CIVM ( $p < 0.05$ ). Entre os músculos não houve diferença significativa.

Entre as mulheres, não houve influência da carga sobre os *slopes* de FM em nenhum dos músculos.

Quando avaliado o efeito do gênero sobre os *slopes* de FM, encontramos que as mulheres apresentam valores maiores em ambos os músculos para as cargas de 5%, 10% e 15% da CIVM. Na carga de 20% da CIVM apenas o *slope* do músculo IC se apresenta maior nas mulheres ( $p < 0.05$ ), não havendo diferença estatística no *slope* do MU. ( $p > 0.05$ ).



\* -  $p < 0.05$  em relação aos homens.

# -  $p < 0.05$  em relação à carga de 5%.

Figura 4. *Slopes* de FM ( $Hz \cdot s^{-1}$ ) de ambos os sexos dos músculos Multifido (MU) e Iliocostal (IC) nas quatro cargas utilizadas.

## Discussão

O uso da FM tem sido amplamente utilizado pela literatura como um indicador de fadiga neuro-muscular, tanto em contrações isométricas (BARBOSA; GONÇALVES, 2005) como dinâmicas (CARDOZO; GONÇALVES; GAUGLITZ, 2004). Durante contrações isométricas a queda da FM em condições de fadiga tem sido atribuída entre outras causas ao aumento de metabólitos, como o ácido láctico e íons  $H^+$ , havendo uma redução do pH e consequentemente da velocidade de condução dos impulsos nervosos (CARDOZO; GONÇALVES; GAUGLITZ, 2004). Portanto, podemos inferir por meio dos resultados obtidos neste estudo que ambos os músculos desenvolveram um processo de fadiga, pois em todas as cargas (figura 1), ao final da contração houve uma redução da FM em relação ao seu valor inicial. Mais especificamente os valores de FM sofreram uma queda entre 53 e 58% e entre 72 e 74% para o MU em homens e mulheres respectivamente. Já para o IC a redução da FM variou entre 68 e 72% e entre 68% e 75% em homens e mulheres respectivamente. Esses valores se apresentam maiores que a redução de 33% para a região torácica e de 36% para a região lombar encontrada em outro estudo (MANNION; DOLAN, 1994). Essa diferença pode ser atribuída às diferentes cargas utilizadas em ambos estudos uma vez que Mannion e Dolan (1994) utilizaram como resistência a massa corpórea o que reflete cargas de aproximadamente 40% a 50% CIVM (PLAMONDON et al., 1999).

Entre os músculos não houve diferença significativa da FM, dado contrário aos achados de Biederman et al. (1991) os quais encontraram maior fadigabilidade para o MU.

No presente estudo o TRI variou entre  $93,75 \pm 31,17$  a  $66,13 \pm 17,37$  segundos nos homens e entre  $193,83 \pm 78,53$  e  $95,17 \pm 44,99$  segundos nas mulheres, resultados semelhantes aos de Clark et al., (2003) que utilizando carga de 50% da CIVM, encontraram TRIs de  $105,47 \pm 7,99$  e  $146,02 \pm 10,99$  em homens e mulheres respectivamente. Já Mannion et al., (1998) ao utilizar 60% da CIVM encontraram TRIs de  $164,5 \pm 5$  e  $218,6 \pm 96,8$  segundos em homens e mulheres respectivamente.

Outra tendência encontrada em nosso estudo foi a redução das diferenças entre os gêneros com o aumento da carga imposta (figura 2) concordando com outros estudos (CLARK, et al., 2003) que afirmam que as diferenças entre os gêneros tendem a diminuir com o aumento da carga a ser executada. De fato, apenas na carga de 5% o TRI foi significativamente diferente entre os grupos.

Informações acerca das diferenças entre os TRIs obtidos em diferentes cargas apresentam-se escassas na literatura, tendo sido encontrado apenas o trabalho de Oliveira, et al. (2005) que compararam o efeito da carga sobre o TRI durante a flexão do antebraço. Entretanto, parece razoável a afirmação de que quanto maior a carga, menor tenderá a ser o TRI para a atividade proposta por esse estudo.

Mesmo havendo uma tendência de *slopes* de RMS maiores em homens, independentemente da carga utilizada, diferenças estatisticamente significantes não foram encontradas. A literatura acerca de diferenças entre homens e mulheres quanto ao comportamento de *slopes* de RMS é escassa. Entretanto nossos dados estão de acordo com os Clark et al. (2005), que também não encontraram diferenças no comportamento da RMS em função do tempo entre os gêneros e em desacordo com o estudo de Semmler, Kutzscher, e Enoka (1999) os quais relatam que apenas situações extremas como a imobilização são capazes de evocar adaptações neurais, bioquímicas e fisiológicas suficientes para promover alterações nos padrões de recrutamento muscular entre os gêneros.

Quanto ao TRI e *slope* de FM, pode-se observar nos homens um comportamento semelhante com aumento da carga, logo que em cargas maiores (15% para MU e 20% para MU e IC) ambas variáveis foram diferentes de 5%. Entretanto em mulheres, apesar de existirem diferenças no TRI entre as cargas, nenhuma diferença foi encontrada nos *slopes* de FM (figura 4) indicando uma maior susceptibilidade desta variável eletromiográfica nos homens com o aumento de cargas em comparação com mulheres (PINCIVERO et al., 2006).

Já foi demonstrado que *slopes* de FM são um ótimo preditor do TRI (DEDERING; NEMETH; HARMS-RINGDAH, 1999), tanto em níveis torácicos como lombares. Alguns trabalhos têm demonstrado *slopes* maiores em homens (DEDERING; NEMETH; HARMS-RINGDAH, 1999; CLARK et al., 2003; MANNION et al., 1998) ou a inexistência de diferenças entre os gêneros (UMEZU, et al., 1998).

Estudos têm sugerido uma relação entre o *slope* de FM, isto é, a inclinação da reta obtida da correlação entre os valores de FM em função do tempo, inversamente proporcionais ao TRI (NG; RICHARDSON; JULL, 1997). Partindo desse raciocínio, nossos resultados são conflitantes, uma vez que as mulheres apresentaram maiores TRIs que os homens com maiores valores de *slopes* de FM.

Têm-se afirmado que variáveis espectrais como o *slope* de FM sofrem influência direta da tipagem de fibras (UMEZU et al., 1998). Pelo fato das fibras do tipo II apresentarem mais componentes de baixa frequência EMG (ROY; de LUCA; CASAVANT, 1989) e sendo os homens aqueles que possuem maior porcentagem de fibras do tipo II na coluna lombar em relação as mulheres (CLARK et al., 2003), entende-se que estes deveriam apresentar maior fadigabilidade demonstrada pelos *slopes*, entretanto, isto não ocorreu. Dessa forma, etendemos que as diferenças encontradas nesse estudo quanto aos *slopes* de FM não se devem apenas a diferenças nos padrões de recrutamento neuro-muscular diferentes entre os gêneros, mas possivelmente à outros processos não analisados neste estudo.

Uma desses processos têm sido atribuído, mesmo com cargas relativas semelhantes, a maior execução de carga absoluta pelos homens durante extensão isométrica do tronco (UMEZU et al., 1998; CLARK et al., 2003), (tabela 1). Mannion e Dolan (1994) afirmam que a menor execução de força absoluta pelas mulheres é responsável por uma menor pressão intramuscular e conseqüentemente por uma menor oclusão vascular e Umezu et al (1998) afirmam que o resultado é o maior tempo em mulheres para que o ambiente se torne anaeróbio. Entretanto ainda não há clareza sobre o envolvimento desse processo sobre a diferença do comportamento do sinal EMG entre os gêneros durante contrações isométricas fatigantes de músculos da coluna lombar (MANNION; DOLAN, 1994).

Outro possível processo não abordado no presente estudo capaz de justificar os nossos resultados é a transferência do trabalho muscular para músculos sinergistas aos estudados. Este fato tem sido relatado como uma das dificuldades encontradas no teste de Sorensen para a avaliação da musculatura lombar pois existe o envolvimento de músculos como os extensores de quadril (BIERING-SORENSEN, 2003).

### Conclusão

Os resultados demonstram que em ambos os gêneros os músculos agonistas da extensão do tronco durante a contração isométrica até a exaustão utilizam estratégias neuro-musculares diferentes em função da intensidade de contração. Este fato pode ser mais evidente nas mulheres cujo TRI também foi mais expressivo. Diante deste comportamento dos parâmetros eletromiográficos poder-se-á promover um melhor entendimento de determinadas dores lombares que podem ser em decorrência de uma fadiga seletiva e assim contribuir para o desenvolvimento de programas de exercício diferenciados para ambos os músculos.

*Motriz, Rio Claro, v.12, n.1, p.43-50, jan./abr. 2006*

### Referências

- ALARANTA, H. et al. Static Back Endurance and the Risk of Low-Back Pain. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v.10, n.6, p.323-324, 1995.
- Antoniaia, C. **Ler, Dort: prejuízo sociais e fator multiplicador do custo no Brasil**: São Paulo: LTR; 2001
- BARBOSA, F. S. S.; GONÇALVES, M. Análise De Parâmetros De Força E Resistência Dos Músculos Eretores Da Espinha Lombar Durante a Realização De Exercício Isométrico Em Diferentes Níveis De Esforço. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.11, n.2, p.109-114, 2005.
- BIERING-SORENSEN, F. A One-Year Prospective Study of Low Back Trouble in a General Population. The Prognostic Value of Low Back History and Physical Measurements. **Dan Med Bull**, v.31, n.5, p.362-375, 1984.
- BILODEAU, M. et al. Emg Power Spectra of Elbow Extensors During Ramp and Step Isometric Contractions. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v.63, n.1, p.24-28, 1991.
- Cardozo AC, GONÇALVES, M. Estudo sobre o efeito da combinação de cargas na determinação do limiar de fadiga eletromiográfico dos músculos eretores da espinha. **Revista brasileira de ciência e movimento**. In press 2006.
- CARDOZO, A. C.; GONCALVES, M. Electromyographic Fatigue Threshold of Erector Spinae Muscle Induced by a Muscular Endurance Test in Health Men. **Electromyogr Clin Neurophysiol**, v.43, n.6, p.377-380, 2003.
- CARDOZO, A. C.; GONCALVES, M.; GAUGLITZ, A. C. Spectral Analysis of the Electromyograph of the Erector Spinae Muscle before and after a Dynamic Manual Load-Lifting Test. **Braz J Med Biol Res**, v.37, n.7, p.1081-1085, 2004.
- CHORATTO, R. M. G; STABILLE, S. R. Incidência de lombalgia entre pacientes encaminhados em 2001 a uma instituição privada de saúde para tratamento fisioterápico. **Arq. Ciênc. Saúde Unipar**, v.7, n.2, p.99-106, 2003.
- CLARK, B. C. et al. Gender Differences in Skeletal Muscle Fatigability Are Related to Contraction Type and Emg Spectral Compression. **J Appl Physiol**, v.94, n.6, p.2263-2272, 2003.
- CLARK, B. C.; MANINI, T. M.; PLOUTZ-SNYDER, L. L. Derecruitment of the Lumbar Musculature with Fatiguing Trunk Extension Exercise. **Spine**, v.28, n.3, p.282-287, 2003.
- DEDERING, A.; NEMETH, G.; HARMS-RINGDAHL, K. Correlation between Electromyographic Spectral Changes and Subjective Assessment of Lumbar Muscle Fatigue in

Subjects without Pain from the Lower Back. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v.14, n.2, p.103-111, 1999.

GE, H. Y. et al. Gender-Specific Differences in Electromyographic Changes and Perceived Pain Induced by Experimental Muscle Pain During Sustained Contractions of the Upper Trapezius Muscle. **Muscle Nerve**, v.32, n.6, p.726-733, 2005.

JORGENSEN, K. Human Trunk Extensor Muscles Physiology and Ergonomics. **Acta Physiol Scand Suppl**, v.637, p.1-58, 1997.

KUMAR, S.; NARAYAN, Y. Spectral Parameters of Trunk Muscles During Fatiguing Isometric Axial Rotation in Neutral Posture. **J Electromyogr Kinesiol**, v.8, n.4, p.257-267, 1998.

MANNION, A. F. et al. The Influence of Muscle Fiber Size and Type Distribution on Electromyographic Measures of Back Muscle Fatigability. **Spine**, v.23, n.5, p.576-584, 1998.

MANNION, A. F.; DOLAN, P. Electromyographic Median Frequency Changes During Isometric Contraction of the Back Extensors to Fatigue. **Spine**, v.19, n.11, p.1223-1229, 1994.

MORITANI, T.; NAGATA, A.; MURO, M. Electromyographic Manifestations of Muscular Fatigue. **Med Sci Sports Exerc**, v.14, n.3, p.198-202, 1982.

OLIVEIRA, A. S. C. et al. Exercício Rosca Bíceps: Influência Do Tempo De Execução E Intensidade De Carga Na Atividade Eletromiográfica De Músculos Lombares. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.6, n.2, 2006.

OLIVEIRA, A. S. et al. Electromyographic Fatigue Threshold of the Biceps Brachii Muscle During Dynamic Contraction. **Electromyogr Clin Neurophysiol**, v.45, n.3, p.167-175, 2005.

Oliveira, ASC, Cardozo, AC, Barbosa, FSS, Gonçalves, M. Exercício rosca bíceps: influência do tempo de execução e intensidade de carga na atividade eletromiográfica de músculos lombares. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 6, n. 2, 2006. 6(2). In press.

PETROFSKY, J. S.; LIND, A. R. The Influence of Temperature on the Amplitude and Frequency Components of the Emg During Brief and Sustained Isometric Contractions. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v.44, n.2, p.189-200, 1980.

PETROFSKY, J. S.; PHILLIPS, C. A. The Physiology of Static Exercise. **Exerc Sport Sci Rev**, v.14, p.1-44, 1986.

PINCIVERO, D. M. et al. Quadriceps Femoris Electromyogram During Concentric, Isometric and Eccentric

Phases of Fatiguing Dynamic Knee Extensions. **J Biomech**, v.39, n.2, p.246-254, 2006.

PLAMONDON, A. et al. Toward a Better Prescription of the Prone Back Extension Exercise to Strengthen the Back Muscles. **Scand J Med Sci Sports**, v.9, n.4, p.226-232, 1999.

ROY, S. H.; DE LUCA, C. J.; CASAVANT, D. A. Lumbar Muscle Fatigue and Chronic Lower Back Pain. **Spine**, v.14, n.9, p.992-1001, 1989.

SILVA, S. R. D. et al. Electromyographic Interpretation of Vastus Medialis and Vastus Lateralis Muscles Fatigue in Isometric Contraction Tests. **Revista brasileira de biomecânica**, v.10, p.35-40, 2005.

SILVA, S. R. D.; GONCALVES, M. Dynamic and Isometric Protocols of Knee Extension: Effect of Fatigue on the Emg Signal. **Electromyogr Clin Neurophysiol**, v.46, n.1, p.35-42, 2006.

TSUBOI, T. et al. Spectral Analysis of Electromyogram in Lumbar Muscles: Fatigue Induced Endurance Contraction. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v.69, n.4, p.361-366, 1994.

UMEZU, Y. et al. Spectral Electromyographic Fatigue Analysis of Back Muscles in Healthy Adult Women Compared with Men. **Arch Phys Med Rehabil**, v.79, n.5, p.536-538, 1998.

Endereço:

Depto. de Educação Física - Laboratório de Biomecânica  
Av. 24A, 1515 Bela Vista  
Rio Claro SP  
13506-900  
E-mail: [maurog@unesp.br](mailto:maurog@unesp.br)

*Manuscrito recebido em 11 de abril de 2006.*

*Manuscrito aceito em 22 de junho de 2006.*