

Análise eletromiográfica do levantamento de carga durante o movimento repetitivo com e sem o uso do cinto pélvico

Eletromiographic analysis related to a weight lifting repeated movement with and without pelvic belt use

Augusto César Ferreira Gauglitz *, Mauro Gonçalves **, Adalgiso Coscrato Cardozo **, Bruno Marson Malagodi ** e Sarah Regina Dias da Silva **

* Mestre em Biologia e Patologia Bucal FOP-UNICAMP e Docente IMES / FAPA / UNIBAN/ UniSantana/ UNISANTA

** Prof. Adjunto Livre Docente - UNESP

Coordenador do Laboratório de Biomecânica - Depto de Educação Física - UNESP

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar eletromiograficamente o músculo eretor da espinha dos lados esquerdo e direito durante uma contração isotônica mecanicamente resistida. Foram analisados dez voluntários do sexo feminino com 15%, 25%, e 50% do máximo de carga individual. Um sistema de polias duplas foi utilizado. O voluntário foi posicionado com tronco ereto e o quadril estendido. O quadril fletiu até 45° no equipamento denominado M.A. Isostation 2000. Eletrodos de superfície (Meditrace) foram colocados de ambos os lados em cima do músculo eretor da espinha de acordo com Kumar⁽⁹⁾ e então conectados em um módulo de aquisição de sinais

biológicos de quatro canais (Linx *). Por meio de uma análise numérica em cada registro o valor RMS (Raiz Quadrada Média) do sinal foi obtido. O valor do RMS estimado do músculo eretor da espinha dos lados esquerdo e direito não só apresentou um aumento em todas as fases como também a concentração da carga foi aumentada, apesar do uso ou não do cinto pélvico. A fase de levantamento desenvolve um aumento da atividade eletromiográfica no músculo eretor da espinha esquerdo e direito em relação ao abaixamento.

Palavras-chave: eletromiografia, fadiga, levantamento de carga, ergonomia

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate electromyographically the left and right sides of the erector spine muscle during a mechanically resisted isotonic contraction. Ten female volunteers have been analyzed with 15%, 25%, and 50% of individual maximum load. A double pulley system was used. The volunteer was positioned with erect trunk and stretched hips. The hips were inflected up to 45° in the equipment named M.A. Isostation 2000. Surface electrode (Meditrace) were placed over both sides of the erector spine muscle according to KUMAR (1997) and then connected to a four-channel biological sign acquisition module (Lynx*).

By means of a numerical analysis on each record the RMS (Root Mean Square) value of the signal was obtained. The RMS values of the left and right sides of the erector spine muscle presented an increase in all phases as well as when the concentration of the load was increased in spite of the use or not of the pelvic belt. The phase of lifting develops a higher electromyographic activity on the left and right sides of the erector spine muscle in relation to the lowering one.

Keywords: electromyography, fatigue, lifting load, ergonomic

*Lynx Tecnologia Eletrônica Ltda. - Doado pela FUNDUNESP proc. 076/90-DFP e 384/90-DPE ao Laboratório de Biomecânica do Departamento de Educação Física da UNESP - Rio Claro.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas de saúde ocupacional em todos os tipos de trabalho e nas atividades de vida diária é o ato de levantar carga sem orientação e consciência, sendo, nos dias de hoje, um problema que muito preocupa o sistema de saúde de qualquer país, devido aos altos níveis de afastamentos e incapacitações acompanhados principalmente pelas dores na região lombar.

Estudos retrospectivos das causas da dor lombar identificaram como fatores de risco profissional: o trabalho físico pesado, o trabalho sedentário, as rotações e torções freqüentes da coluna, elevação freqüente de cargas pesadas e vibrações com veículos motores⁽¹⁾. Frymoyer (1990) relatou que 25% das pessoas com idades entre 30 e 50 anos relataram sintomas de dores na região lombar, e que no ano de 1990, os custos diretos com médicos excederam a cifra dos 24 bilhões de dólares nos Estados Unidos.

São muitas as variáveis estudadas no levantamento manual de carga, por exemplo, o posicionamento das articulações no início e durante o levantamento^(4, 6, 13, 14).

O uso da eletromiografia, para avaliar a ação dos músculos durante o levantamento manual de carga, permite uma correlação entre o esforço muscular e as forças externas que atuam no ser humano durante esta atividade apresentase como uma constante na literatura^(13, 18). O uso de acessórios com intuito de proteção da coluna vertebral, durante o levantamento manual de carga, tem sido objeto de estudo de alguns pesquisadores^(10, 11) que além da verificação da atividade eletromiográfica analisaram também o efeito produzido pelo cinto pélvico que foi a modificação da pressão intra-abdominal^(7, 3, 5) sendo associado a este, há outras variáveis que interferem na atividade muscular como as destacadas por Udo & Yoshinaga⁽¹⁷⁾, que verificaram o efeito do cinto, da experiência no seu uso e ao tipo de respiração na atividade eletromiográfica dos músculos reto do abdome, oblíquo externo do abdome e eretor da espinha ao nível de L1-2, L3-4, durante o levantamento manual de carga, concluindo-se que o cinto, dependendo da experiência no seu uso, afeta a atividade eletromiográfica.

Diante destas constatações de sobrecarga na coluna vertebral, destaca-se o músculo eretor da espinha como fundamental para a estabilidade da coluna, principalmente durante o levantamento de carga. Neste sentido é que o presente estudo tem por objetivo analisar eletromiograficamente o músculo eretor da espinha, durante uma coleta realizada em equipamento especificamente contruído para enfatizar a ação deste músculo contra resistência mecânica, com e sem o uso de um cinto pélvico.

MATERIAL E MÉTODOS

Participaram deste estudo 10 voluntários do sexo feminino, com idade média de 20 ± 1 ano, universitários, sem antecedentes de doenças músculo-esqueléticas e de antropometria semelhante com peso médio de $53,3 \pm 4,3$ Kg e altura média de $1,61 \pm 0,03$ m. Para a captação dos sinais eletromiográficos, foram utilizados eletrodos de superfície da marca MediTrace e posicionados sobre os músculos eretores da espinha bilateralmente, segundo Kumar⁽⁹⁾. Utilizou-se um módulo de aquisição de sinais biológicos marca Lynx de quatro canais em que foram conectados os eletrodos, calibrado com a freqüência de amostragem de 1000Hz, ganho de 1000 vezes, filtro de passa alta de 20Hz e filtro de passa baixa de 500Hz, uma placa A/D com faixa de entrada de -5 a +5 Volts (CAD 1026-Lynx) e um "software" específico (Aqdados-Lynx).

Em cada registro obteve-se o valor de RMS (raiz quadrada da média) de cada músculo, entre o tempo inicial e final do movimento, para uma posterior análise estatística. A normalização do sinal eletromiográfico foi realizada pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM=100%) realizada antes do início do teste.

Com o objetivo de controlar a manutenção da postura do voluntário durante o movimento de levantamento da carga e para que fosse identificado o momento do início e término do mesmo, realizou-se uma filmagem com uma filmadora JVC com freqüência de aquisição de 30Hz. Para a execução dos testes de CIVM e isotônico foi utilizado um equipamento denominado M.A. IsoStation 2000, projetado especificamente para este estudo, cujas medidas são de 2m de base, 1m do apoio do pé até o quadril, 0,5m de apoio do quadril até o tronco, também uma haste de 1m e uma haste vertical anterior de 1m que segura esta haste perpendicular. Com o intuito de padronizar o ritmo do movimento, utilizou-se um metrônomo digital calibrado em 20bpm.

O voluntário, antes da realização do movimento de levantamento e abaixamento de carga no equipamento M.A. IsoStation 2000, realizou uma contração isométrica máxima de 5 segundos com objetivo de normalizar o sinal e, em seguida, realizou contrações isotônicas com duração de 1 minuto com tração de um cabo acoplado a um sistema de polias duplas (Riguetto) com carga de 15%, 25% e 50% da carga máxima de cada indivíduo obtida de acordo com o teste sugerido por Bittencourt⁽²⁾, com intervalos de 1 hora a cada carga do teste proposto.

Para haver um sincronismo entre a aquisição do registro eletromiográfico e a postura correspondente durante o movimento, foi utilizado um sistema fotoeletônico⁽¹⁶⁾ que apresentando uma lâmpada no campo focal da filmadora, a mesma funcionou como uma marca em cada fotograma, indicando o início da aquisição do sinal eletromiográfico. Com isso possibilitou fazer a análise a partir do sinal da lâmpada em cada quadro de filme quando analisado no vídeo.

Tabela I - Valores de RMS médios normalizados (U.A.) e desvios padrões dos músculos eretores da espinha direito (ER-D) e esquerdo (ER-E) durante o levantamento (L) e abaixamento (A) de 15%, 25% e 50% da carga máxima, sem (SC) e com (CC) o uso de cinto pélvico

MM.	FASE	SEM CINTO - SC			COM CINTO - CC		
		15%	25%	50%	15%	25%	50%
ED	LEV.	30,83 ^{a,e} ± 6,96	37,01 ^e ± 12,04	56,20 ^{c,e} ± 18,50	31,88 ^{b,g} ± 11,88	35,29 ^{b,g} ± 11,22	53,81 ^g ± 18,20
	ABAIX.	24,22 ^a ± 7,71	26,59 ^a ± 7,66	34,41 ^d ± 10,24	23,87 ± 8,41	24,51 ^b ± 7,22	31,76 ± 11,32
EE	LEV.	31,01 ^{a,f} ± 9,14	35,42 ^f ± 13,10	48,03 ^f ± 18,15	30,85 ^{b,h} ± 6,97	35,18 ^{b,h} ± 9,75	55,45 ^h ± 27,26
	ABAIX.	23,07 ± 8,30	25,80 ± 10,04	28,86 ± 7,78	21,95 ± 6,91	22,58 ± 4,85	33,27 ± 15,67

Teste de Friedman para $p < 0,05$ e teste DMS.

^a $p < 0,05$ em relação a carga de 50% - SC.

^b $p < 0,05$ em relação a carga de 50% - CC.

Teste de Wilcoxon para $p < 0,05$.

^c $p < 0,05$ em relação ao músculo EE na mesma fase - SC.

^d $p < 0,05$ em relação ao músculo EE na mesma fase - SC.

^e $p < 0,05$ em relação ao mesmo músculo na fase de ABAIX. - SC.

^f $p < 0,05$ em relação ao mesmo músculo na fase de ABAIX. - SC.

^g $p < 0,05$ em relação ao mesmo músculo na fase de ABAIX. - CC.

^h $p < 0,05$ em relação ao mesmo músculo na fase de ABAIX. - CC.

Ao analisar os músculos eretores da espinha do lado direito e esquerdo durante levantamento manual de carga, verifica-se que com e sem o uso de cinto, existiu uma diferença desta atividade entre 15% e 50%, tendo desenvolvido maior atividade aos 50% como também destacado por Burhule-Schmidbleicher (1981) que relatou existir um aumento da atividade eletromiográfica de acordo com o aumento da carga, podendo ser explicada especificamente pelo aumento do número de unidades motoras simultaneamente envolvidas no início do movimento.

Particularmente durante o levantamento com o uso de cinto, houve também uma diferença significativa entre 25% e 50% da carga máxima, sendo que o músculo eretor da espinha do lado direito apresentou sua maior atividade ao levantar os 50% da carga máxima, o que também pode ser explicado pela estabilização do tronco, que diminuindo a sua movimentação, requer uma maior atividade muscular com o mesmo objetivo, concordando assim com estudos realizados por Lee & Chen⁽¹²⁾, examinando indivíduos com uso do cinto pélvico, relatou o efeito do cinto em diminuir a movimentação lombar e conseqüente aumento da atividade mioelétrica da região lombar, associado ao aumento das cargas.

No abaixamento manual de carga, o músculo eretor da espinha do lado direito e esquerdo, verifica-se que com e sem o uso de cinto, existiu uma diferença desta atividade entre 25% e 50%, tendo desenvolvido maior atividade aos 50% justifica-se por existir uma contração excêntrica que de acordo com Smith et al.⁽¹⁵⁾ produz uma força máxima maior, e que embora nem sempre seja linear, à medida que aumenta-se a força, pode haver um aumento da atividade muscular. Embora não analisado neste estudo, o cinto traz um grau de estabilidade do tronco de tal forma que a realização do movimento pode tornar-se mais rápida e, com isso, aumentar a atividade muscular, como citado por Lander e col.⁽¹⁰⁾ que verificaram que os movimentos realizados

com o cinto geralmente são mais rápidos do que quando realizados sem cinto, tornando a pressão intra-abdominal máxima e a atividade eletromiográfica diminuída com o uso do cinto.

Durante o levantamento sem o uso de cinto, houve também uma diferença significativa entre 15% e 50% da carga máxima, sendo que o músculo eretor da espinha do lado direito apresentou sua maior atividade ao levantar os 50% da carga, o que se justifica pela necessidade cada vez maior da coluna vertebral tornar-se mais estável durante toda a trajetória do movimento, ainda mais com uma carga crescente, fazendo com que o momento de resistência seja equilibrado pelo momento de força desenvolvido por esta atividade muscular aumentada.

Particularmente durante o levantamento com o uso de cinto, houve também uma diferença significativa entre 25% e 50% da carga máxima, sendo que o músculo eretor da espinha do lado esquerdo apresentou sua maior atividade ao elevar os 50% da carga máxima, concordando com dados relatados por Carlsoo (1961) que demonstrou em seus estudos que a atividade mioelétrica do músculo eretor da espinha aumentava no levantamento e no abaixamento, porém durante o levantamento sua atividade era maior comparado ao abaixamento.

Durante o abaixamento dos 15%, 25% e 50% da carga máxima, com e sem o uso do cinto pélvico, o músculo eretor da espinha do lado esquerdo apresentou atividade semelhante e que, provavelmente a diferença entre essas cargas testadas, não influenciaram no desempenho do voluntário contrariando outros resultados relatados por Dellito & Rose⁽⁴⁾ os quais verificaram que a atividade do músculo ER apresentou um aumento à medida que se administrou cargas, mesmo sendo durante o abaixamento, embora nesse processo a contração dos músculos eretores da espinha sejam do tipo excêntrica, ou seja, o músculo realiza um papel de regulador do movimento.

Ao analisar especificamente a atividade do músculo eretor da espinha do lado direito e esquerdo, verifica-se que existe uma diferença no levantamento e abaixamento dos 50% da carga máxima, sem o uso do cinto pélvico, onde a maior atividade do eretor da espinha ocorreu no lado direito, concordando com dados citados por Smith et al. ^(14, 15) pelo fato do voluntário poder ter deslocado seu centro de gravidade e assim apresentar um desequilíbrio muscular ou um aumento excessivo do estiramento dos ligamentos que não foi controlado no plano frontal no presente estudo, mas, sim, no plano sagital através do "feedback" fornecido pela televisão.

O aumento da atividade eletromiográfica no eretor da espinha pode ter ocorrido devido aos indivíduos estarem com seus joelhos imobilizados para manutenção da postura no equipamento e, ao mesmo tempo, realizarem somente a extensão do quadril, mantendo o tronco ereto, necessitando assim de uma ação importante do músculo eretor da espinha como já citado anteriormente, atividade esta enfatizada ainda mais na tentativa de redução do momento flexor, como relatado por Hart e col. ⁽⁶⁾, que afirmaram este fato analisando a postura lombar em trabalhadores durante o levantamento de peso.

Ao analisar a atividade do músculo eretor da espinha do lado direito, verifica-se que existe uma diferença no levantamento e abaixamento dos 25% da carga máxima, sem o uso do cinto pélvico, onde a maior atividade do eretor da espinha ocorreu durante o levantamento deste percentual de carga em função de que neste existe uma contração concêntrica, fato que diminui as condições mecânicas de produção de força muscular; neste sentido, o presente resultado concorda com Smith et al. ^(14, 15) que se refere à existência de um estímulo excessivo da carga sobre os componentes elásticos durante este tipo de contração e que toda a energia de contração muscular está sendo dirigida na tentativa de aproximação da origem da inserção, promovendo assim um aumento da atividade o que concorda com os achados de um estudo eletromiográfico realizado por Jonsson ⁽⁸⁾ o qual pesquisou o músculo eretor da espinha na região lombar durante o abaixamento e verificou que neste existe um relaxamento dos músculos eretores da espinha, enquanto que na extensão resistida do tronco, o músculo apresentou um aumento da atividade eletromiográfica.

Ao analisar a atividade eletromiográfica do músculo eretor da espinha do lado direito e esquerdo, durante o levantamento e abaixamento dos 15%, 25% e 50% da carga máxima, com e sem o uso de cinto pélvico, verifica-se que a atividade eletromiográfica, embora não apresente diferença significativa, predominantemente diminui com o uso do cinto pélvico. Udo & Yoshinaga ⁽¹⁷⁾, relataram uma diminuição da atividade eletromiográfica com o uso

do cinto, onde os voluntários com exercícios de baixa frequência e a tensão pelo uso do cinto, oferece um efeito reverso na atividade eletromiográfica, que está intimamente ligado às características da população aqui estudada.

Bearn (1961) relata que ao aumentar a pressão intra-abdominal existe um aumento da atividade dos eretores da espinha, justificado pela tendência a flexionar a coluna durante este padrão de movimento, contrário aos achados de Lander ⁽¹⁰⁾ que examinou o efetivo uso do cinto pélvico durante as múltiplas repetições de exercícios de levantamento examinando o músculo eretor da espinha em duas condições, com e sem o uso do cinto e verificou que este aumentou a pressão intra-abdominal e que não houve outras alterações com o uso do cinto nas oito repetições. Com esta observação de diminuição da atividade eletromiográfica com o uso de cinto, verifica-se através de estudos como o de Hodgson ⁽⁷⁾ e Creeswell & Thoertensson (1994) que o uso do cinto pode diminuir a carga na coluna vertebral durante o levantamento manual de carga; diminui a compressão nos discos intervertebrais; aumenta a pressão intra-abdominal; atua na proteção da coluna, mesmo limitando o movimento da coluna no levantamento manual de carga.

Verificou-se que na carga de 50% a atividade eletromiográfica do músculo eretor da espinha aumentou, pois houve necessidade em manter o tronco na postura ereta até o momento em que o indivíduo coloca-se na postura ortostática. Esta atividade ocorre também em função do músculo eretor da espinha estar mantendo o tronco ereto e estabilizado durante toda trajetória do levantamento, como descrito por Winters e Woo ⁽¹⁸⁾ que verificaram a atividade do eretor da espinha até o tronco atingir a postura ereta, com uma maior atividade nos extremos deste movimento.

CONCLUSÕES

Quanto ao comportamento cinesiológico, os músculos eretores da espinha do lado direito e esquerdo em todas as fases apresentaram aumento da atividade eletromiográfica à medida que se aumenta a concentração da carga independente do uso ou não do cinto pélvico.

A fase de levantamento é aquela que desenvolve maior atividade eletromiográfica nos músculos eretores da espinha do lado direito e esquerdo em relação ao abaixamento.

O uso do cinto não apresenta efeito sobre a atividade eletromiográfica dos músculos eretores da espinha do lado direito e esquerdo, durante o levantamento e abaixamento dos 15%, 25% e 50% da carga máxima.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bigos SJ et al. Industrial low back pain. In: Weinstein JN, Wiesel SW, editors. **The lumbar Spine** Philadelphia (PA): W.B. Saunders Company; 1990.p.846-59.
2. Bittencourt N. **Musculação: uma abordagem metodológica**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Sprint; 1984.128 p.
3. Cholewicki J et al. Lumbar spine stability can be augmented with an abdominal belt and/or increased intra-abdominal pressure. **Eur Spine J** 1995;8(5):388-95.
4. Dellito RS, Rose SJ, Apts D.W. Electromyographic analysis of two techniques for squat lifting. **Phys Ther** 1987;67:1329-34.
5. Harman EA, Roseinstein RM, Frykman PN, Nigro GA. Effects of a belt on intra-abdominal pressure during weight lifting. **Med Sci Sports Exerc** 1989;21(2):186-90.
6. Hart DL, Terrence JS, Jaraiedi M. Effect of lumbar posture on lifting **Spine** 1987; 12(2):138-45.
7. Hodgson EA. Occupational back belt use: AAOHN J. **A literature Review** 1996; 44(9):438-43.
8. Jonsson B. Electromyography of the lumbar part of the erector spine muscle **Medicine and Sport** 1971;6(biomechanics II):185-8.
9. Kumar S. The effect of sustained spinal: load on load intra-abdominal pressure and EMG characteristics of trunk muscles **Ergonomia** 1997;40(12):1312-34.
10. Lander JE, Simonton RL, Giacobbe JK. The effectiveness of weight-belts during the squat exercise **Med Sci Sports Exerc** 1990;22(1):117-26.
11. Lander LE, Hundley JR, Simonton RL. The effectiveness of weight-belts during multiple repetitions of the squat exercise **Medicine Sports Science Exercises** 1992; 24(5):603-9.
12. Lee YH, Chen CY. Lumbar vertebral angles and back muscle loading with belts. **Industrial Health** 1999;37(4):390-7.
13. Schipplein OD, Trafimow JH, Anderson GBJ, Andriacchi TP. Relation ship between moments at the LS/S1 level, hip and knee joint when lifting **Journal Biomechanics** 1990;23(9):907-12.
14. Sedgwick AW, Gormley JT, Smith DS. Technique of lifting. **The Med Journal of Australia** 1989;150:221-2.
15. Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. 5ª ed. São Paulo: Manole; 1997.538p.
16. Tortoza C, Gonçalves M. Montagem de um sistema de sinalização para aquisição simultânea de sinais eletromiográficos e cinematográficos. In: **V Congresso de Iniciação Científica da UNESP**. Campus de Rio Claro; 1994.p.98.
17. Udo H, Yoshinaga F. Effect of a pelvic belt on abdominal pressure by various weights and bending angles **Ind Health** 1997;35(2):229-34.
18. Winters JM, Woo SLY. **Multiple muscle systems: biomechanics and moviment organization**. New York: Springer-Verlog; 1990;775p.

Correspondência para / correspondence to:

Prof. Msc. Augusto César Ferreira Gauglitz:
e-mail: augustocfg@faculdadepailistana.edu.br

Prof. Dr. Mauro Gonçalves:
e-mail: maurog@rc.unesp.br