

Influence of pain in strength, resistance and recruitment of trunk muscles

Influência da dor na força, resistência e recrutamento dos músculos do tronco

Guilherme Thomaz de Aquino Nava¹, Beatriz Mendes Tozim², Mary Hellen Morcelli², Marcelo Tavella Navega²

DOI 10.5935/2595-0118.20180059

ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: Changes in motor control may contribute to muscle recruitment deficits. The objective of this study was to evaluate strength, resistance, and recruitment of the trunk muscles.

METHODS: We evaluated 35 women, divided into two groups: chronic low back pain (LBPG, n=20) and control (CG, n=15). The clinical conditions, incapacity, level of pain, strength, resistance and the muscles recruitment: internal oblique (IO) and external oblique (EO), rectus abdominis (RA), lumbar iliocostal (LI) and lumbar multifidus (LM) were evaluated. MANOVA, MANCOVA and Kruskal-Wallis were used.

RESULTS: There was no significant difference between groups in the muscle strength test ($p < 0.172$). The control group showed the greater capacity for muscle resistance in the muscle endurance test ($p < 0.001$). In muscle recruitment, chronic low back pain group presented greater muscle activation, which was evident in the global stabilizing muscles EO and RA ($p < 0.05$).

CONCLUSION: Women with back pain had decreased muscular resistance and greater recruitment of the global muscles when compared to women with no back pain.

Keywords: Electromyography, Lumbar pain, Muscle strength, Physical resistance.

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: Alterações no controle motor podem contribuir para déficits no recrutamento muscular. Sendo assim o objetivo deste estudo foi avaliar a força, resistência e o recrutamento dos músculos do tronco.

MÉTODOS: Foram avaliadas 35 mulheres, divididas em dois grupos: dor lombar crônica (GDL, n=20) e controle (GC, n=15). Avaliou-se as condições clínicas, incapacidade, nível da

dor, força, resistência e recrutamento dos músculos: oblíquo externo (OE) e interno (OI), reto abdominal (RA), iliocostal lombar (ICL) e multífido lombar (MUL). Utilizou-se MANOVA, MANCOVA e Kruskal-Wallis.

RESULTADOS: No teste de força muscular não houve diferença significativa entre os grupos ($p = 0,172$). O grupo controle demonstrou maior capacidade de resistência no teste de resistência muscular ($p < 0,001$). No recrutamento muscular, o grupo dor lombar crônica apresentou ativação muscular maior, que ficou evidente nos músculos estabilizadores globais, OE e RA ($p < 0,05$).

CONCLUSÃO: Mulheres com dor lombar apresentaram resistência muscular diminuída e maior recrutamento nos músculos globais, quando comparadas às mulheres sem dor lombar.

Descritores: Dor lombar, Eletromiografia, Força muscular, Resistência física.

INTRODUÇÃO

A dor lombar (DL) é definida como dor ou desconforto que pode acometer a região da coluna lombar, lombossacral ou sacroilíaca e se manifesta como umas das principais disfunções musculoesqueléticas da atualidade¹⁻³. Aproximadamente 80% da população sofrerá algum episódio de DL durante a vida, e dentre estes, aproximadamente 62% apresentarão recorrência após um ano²⁻⁶. A etiologia da dor lombar crônica (DLC) e seu curso natural são questões importantes que ainda não são bem compreendidas, sendo que aproximadamente 90% dos casos de DLC não apresentam etiologia definida ou identificável, dificultando o tratamento^{1,5}. Estudos foram feitos com o intuito de avaliar a relação entre a força e a resistência dos músculos extensores do tronco e a DLC, que é um fenômeno relacionado com a incapacidade a longo prazo^{1,6}.

Uma das hipóteses para a alteração na força e resistência muscular são as alterações na adaptação neural e consequente modificação no controle motor^{7,8}. Essa teoria sugere que alterações em diferentes níveis do sistema nervoso podem resultar na redistribuição da atividade muscular e mudança no comportamento mecânico, que pode levar a déficits no controle postural dos músculos do tronco^{6,8,9}. Contudo, essa relação entre força, resistência e recrutamento muscular dos músculos estabilizadores do tronco foi pouco abordada. Dessa forma, nota-se a importância da avaliação do recrutamento dos músculos do tronco simultaneamente à avaliação dos parâmetros de força e resistência muscular. Sendo assim, para a avaliação do sistema muscular é importante dividi-lo em músculos locais e globais devido às suas funções^{8,10}.

A literatura descreve a eletromiografia de superfície como instrumento que apresenta características que permite avaliar a função dos músculos do tronco de indivíduos saudáveis e com lesão^{5,11,12}.

1. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Departamento de Educação Física, Rio Claro, SP, Brasil.

2. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Filosofia e Ciências, Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Marília, SP, Brasil.

Apresentado em 11 de março de 2018.

Aceito para publicação em 20 de agosto de 2018.

Conflito de interesses: não há – Fontes de fomento: não há.

Endereço para correspondência:

Av. Hygino Muzzi Filho, 737 – Mirante

17525-000 Marília, SP, Brasil.

E-mail: gtanava@gmail.com

O objetivo deste estudo foi avaliar a força, a resistência e o recrutamento dos músculos do tronco em mulheres com DLC.

MÉTODOS

Estudo transversal, observacional, realizado com 35 mulheres com idade entre 30 e 59 anos, das quais 20 compuseram o grupo com dor lombar crônica (GDL, idade média $46,6 \pm 8,34$ anos), de acordo com relato pessoal e localização da dor. O grupo controle (GC) foi composto por 15 participantes que não apresentavam DL (GC, idade média $39,8 \pm 8$ anos). Os critérios de elegibilidade para o GDL foram: não praticar atividade física e apresentar DLC idiopática recorrente por, no mínimo, três meses prévios ao estudo. Para o GC foi não praticar qualquer atividade física e não apresentar relato prévio de DL. Os critérios de não elegibilidade para ambos os grupos foram: compressão nervosa para membros inferiores (MMII), gravidez, histórico de problemas cardiopulmonares graves, discrepância de MMII, doenças reumatológicas, neurológicas ou vestibulares, apresentar cirurgia na região da coluna lombar, apresentar alteração visual não corrigida ou não ser capaz de entender a tarefa. Os critérios de exclusão foram: não conseguir realizar qualquer etapa da coleta de dados ou qualquer intercorrência relacionada ao procedimento de coleta ($n=2$).

O cálculo amostral foi obtido por meio do *software* G*Power, realizado a partir do estudo piloto (dados de cinco participantes em cada grupo). Para o cálculo amostral foram utilizados valores de tempo do teste de resistência muscular. Foi utilizado poder de 0,95, probabilidade de erro α de 0,05, tamanho do efeito de 1,614, e estimou-se a necessidade de 8 participantes por grupo.

O procedimento de coleta de dados consistiu de avaliação clínica, teste de força dos músculos dorsais (TFM), por meio do dinamômetro dorsal, teste de resistência muscular (TRM), por meio do teste de *bierring sorensen*, sendo este associado à eletromiografia de superfície dos músculos estabilizadores do tronco. Ademais, foi utilizado o Questionário de Incapacidade de Roland Morris (QIRM). A avaliação clínica consistiu na coleta de dados sobre dominância dos MMII, utilizado para a colocação dos eletrodos na avaliação eletromiográfica, e dados sobre a dor, como sua localização, duração, intensidade, presença de parestesias e uso de fármaco para dor. A intensidade foi quantificada por meio da escala analógica visual (EAV). A EAV é um método que quantifica a dor, confiável e de fácil aplicabilidade¹³. Formada por uma reta horizontal de 100 milímetros, que na extremidade esquerda contém as palavras “sem dor/desconforto” e na extremidade direita as palavras “pior dor/desconforto imagináveis”¹³. Para mensurar a dor foi solicitado que a participante assinalasse a dor sentida no momento da avaliação e a intensidade da dor referida no dia a dia¹⁴. Ao final, ocorreu a mensuração com régua a partir da extremidade “sem dor/desconforto” para quantificar o teste^{13,15}.

O QIRM é um instrumento que tem o intuito de determinar o grau de incapacidade em decorrência da presença de DL. Foi traduzido e validado para o português e é constituído por 24 perguntas de autorresposta¹⁶. O QIRM é objetivo, e as participantes devem assinalar “sim” ou “não” nas opções que melhor representam seu estado atual com relação à presença de DL e, pode variar entre zero e 24, sendo zero, participantes sem queixas e, conforme o aumento do resultado, maior a incapacidade de realizar as atividades, e o resultado máximo de 24 indica participantes com limitações graves¹⁶.

Após a realização da avaliação clínica, foi realizado o TFM dos músculos extensores do tronco por meio do dinamômetro dorsal (Oswaldo filizona), (Figura 1). No TFM as participantes foram orientadas a posicionar os pés no local determinado e realizar força de tração na direção da extensão do tronco, não realizar força com os membros superiores (MMSS) e não fletir os MMII¹⁷. O teste foi realizado por duas vezes no início, e por duas vezes no final da coleta, para familiarização com a tarefa¹⁸. O maior valor da segunda tentativa foi utilizado para análise¹⁸. A cada tentativa, as participantes foram estimuladas verbalmente a manter a contração por 4 segundos, com descanso de 1 minuto^{1,11}.



Figura 1. Teste de força muscular

Para a realização do TRM, as participantes foram posicionadas em decúbito ventral sobre uma caixa de madeira confeccionada para esse fim, que foi posicionada sobre a maca. As espinhas ilíacas ântero-superiores (ELAS) foram posicionadas sobre a extremidade anterior da caixa e foram estabilizadas por tiras de velcro na região dos quadris, joelhos e tornozelos para estabilizar as participantes¹⁹. O tronco foi mantido para fora da superfície de madeira e inicialmente apoiado sobre uma espuma. Foi orientado o posicionamento dos MMSS cruzados anteriormente ao tronco durante o teste, sendo definido esse posicionamento como neutro (Figura 2). Após o posicionamento, foi cronometrado o tempo máximo que as participantes permaneceram na posição neutra do tronco, sem auxílio das mãos. O teste teve duração máxima de 240 segundos e foi finalizado na



Figura 2. Teste de resistência muscular

presença de fadiga ou dor que impossibilitasse a sua continuidade¹⁹. O fadigar foi considerado o momento em que as participantes não conseguissem manter a contração muscular suficiente para manter o posicionamento horizontal do corpo¹⁹. Durante o TRM foram coletados sinais eletromiográficos dos músculos locais e globais no lado dominante de cada participante. Para isso, foi utilizado o teste de dominância que consistiu em três testes, subir e descer um degrau, chutar bola no alvo e teste de deslocamento anterior²⁰.

Para a eletromiografia foram escolhidos os músculos locais: músculo oblíquo interno (OI) e músculo multifído lombar (MUL). E os músculos globais escolhidos foram: músculo oblíquo externo (OE), músculo reto abdominal (RA) e músculo iliocostal lombar (ICL). As participantes foram posicionadas em decúbito dorsal para a localização e colocação dos eletrodos:

- RA: ½ da distância entre o processo xifóide e a cicatriz umbilical, aproximadamente 3cm lateral à linha média¹⁵.
- OI: 2cm medial e inferior a EIAS²¹.
- OE: 50% da distância entre a região inferior da caixa torácica e a EIAS²¹.

Posteriormente, foram posicionadas em decúbito ventral para a localização e colocação dos eletrodos:

- ICL: 6cm lateralmente ao espaço entre o processo espinhoso de L2- L3²¹.
- MUL: Posicionado na linha que liga a espinha ílaca pósterio-superior e o espaço entre L1-L2 ao nível de L5¹⁵.

Os músculos das participantes foram localizados e os eletrodos foram posicionados unilateralmente e orientados longitudinalmente com a fibra muscular, no lado dominante²⁰. Foi realizada a tricotomia na área de colocação dos eletrodos e realizada a abrasão da pele com gaze para diminuir a impedância, além da limpeza da pele com álcool²¹. Foram utilizados eletrodos de superfície de Ag/AgCl, ativos, com pré-amplificação com ganho de 20 vezes. Foram posicionados em configuração bipolar, com área de captação de 1cm de diâmetro e distância de 2cm entre eles. O eletrodo de referência foi posicionado no processo estilóide da ulna no lado dominante¹². Para a captação dos sinais eletromiográficos foi utilizado um módulo de aquisição de sinais biológicos modelo EMG830c (EMG System®) de 8 canais, *software* para coleta EMGLab, processamento e arma-

zenamento de dados, calibrado com frequência de amostragem de 2000 Hz, ganho total de 2000 vezes (20 vezes no sensor e 100 vezes no equipamento) e impedância do sistema 109Ω, módulo de rejeição comum > 100 dB e taxa de ruído do sinal <3μV RMS.

Posteriormente, foi coletada a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) para normalização do sinal eletromiográfico. O músculo RA foi avaliado com as participantes sentadas sobre a maca, com joelhos fletidos a 90°, pés apoiados e MMII unidos¹¹. Os MMSS foram posicionados cruzados em frente ao peito e o tronco levemente inclinado para trás¹¹. Os pés e o tronco foram estabilizados pelos avaliadores, enquanto as participantes realizaram o máximo de força para fletir anteriormente o tronco^{11,15}.

Os músculos OI e OE foram avaliados em decúbito lateral com o lado a ser avaliado para cima¹¹. Os joelhos mantiveram-se fletidos a 90° e MMII unidos, os MMSS cruzados em frente ao tronco, enquanto os avaliadores estabilizavam joelhos, quadril, ombro e cotovelos¹¹. As participantes realizaram força no sentido de flexão lateral do tronco^{11,15}.

Os músculos ICL e MUL foram avaliados com as participantes em decúbito ventral, com os MMII posicionados sobre a caixa, da região das EIAS até os pés, e o tronco para fora da caixa^{11,19}. As participantes foram estabilizadas nas regiões dos tornozelos, joelhos e quadris por tiras de velcro¹⁹. Outra tira foi posicionada na região das escápulas para limitar a extensão do tronco e as participantes foram estimuladas a realizar o máximo de força na direção da extensão do tronco^{11,15}.

Todas as avaliações da CIVM foram realizadas por duas vezes, com contração muscular sustentada por quatro segundos e com um minuto de descanso⁴. Estímulo verbal foi dado durante todo o tempo, além de orientação no início das avaliações, sobre qual o músculo a ser avaliado para seu melhor recrutamento, o maior valor foi utilizado para análise dos dados¹¹.

A análise eletromiográfica, durante o TRM, foi feita por meio do *software* Matlab®. Foi utilizado filtro passa alta Butterworth de 4ª ordem com frequência de corte de 20Hz, filtro passa baixa Butterworth de 4ª ordem com frequência de corte de 500 Hz. Os valores de *Root Mean Square* (RMS) dos músculos foram normalizados pelo maior valor obtido na CIVM.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da UNESP/Marília (protocolo nº1.054.270).

Todas as participantes foram informadas sobre a pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o PASW 18.0 (SPSS Inc., Chicago, USA). Os dados eletromiográficos paramétricos foram apresentados como média e desvio padrão e os não paramétricos como mediana, mínimo e máximo. Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade. Após a verificação, foi utilizada a análise de variância multivariada (MANOVA) para comparar as características dos sujeitos. A idade e o índice de massa corporal (IMC) das participantes foram utilizados como covariáveis para a análise dos dados paramétricos, utilizando a análise de covariância multivariada (MANCOVA). Para a análise dos dados não paramétricos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. O valor significativo adotado foi $p < 0,05$.

RESULTADOS

A média da idade do GC foi 6 anos menor quando comparado ao GDL, além de apresentar menor IMC. Por isso, a idade e o IMC foram considerados como covariáveis na análise estatística da atividade eletromiográfica para a comparação dos grupos (Tabela 1).

Com relação à análise de dados da eletromiografia dos músculos ICL e MUL não foram observadas diferenças significativas na comparação entre os grupos no TRM ($p=0,331$ e $F=1,148$) (Tabela 2). Os músculos RA e OE apresentaram diferença significativa, enquanto o músculo OI não mostrou diferença entre os grupos no TRM, como pode ser visto na tabela 3.

Os valores dos TFM e TRM estão demonstrados na figura 3. A força muscular não apresentou diferença significativa. Na resistência muscular, observou-se diferença significativa ao comparar os grupos, sendo esta diminuída no GDL.

Tabela 1. Características demográficas e da dor das participantes (Média±DP)

	GDL (n=20)	GC (n=15)	MANOVA Valor de p	MANOVA Valor de F
Idade (anos)	45,90±8,45	39,80±8,01	0,038	4,661*
Índice de massa corporal (kg/m)	28,42±5,52	24,19±3,44	0,014	6,799*
Duração da dor lombar (anos)	8,55±8,86	-	-	-
Dor diária (EAV)	3,97±2,54	-	-	-
Dor na avaliação (EAV)	0,85±1,64	-	-	-
Questionário de incapacidade de Roland Morris	4.57±5.30	-	-	-

GDL = grupo dor lombar; GC = grupo controle; EAV = escala analógica visual; MANOVA = análise de variância multivariada. * diferença significativa ($p < 0,05$).

Tabela 2. Dados de *Root Mean Square* normalizados dos músculos iliocostal e multifido lombar (Média±DP dos dados paramétricos)

	GDL Média DP	GC Média DP	Valor de p	Valor de F
ICL	0,77±0,15	0,64±0,17	0,175	1,928
MUL	0,83±0,16	0,75±0,12	0,618	0,253

ICL = músculo iliocostal lombar; MUL = músculo multifido lombar; GDL = grupo dor lombar; GC = grupo controle.

Tabela 3. Dados de *Root Mean Square* normalizados dos músculos oblíquo interno, externo e reto abdominal dos dados não paramétricos

	GDL			GC			Valor de p
	Mediana	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo	
OI	0,98	0,3	6,23	0,52	0,12	2,5	0,053
OE	0,51	0,01	1,32	0,14	0,01	2,5	0,008*
RA	0,31	0,1	2,99	0,2	0,08	4,05	0,009*

OI = músculo oblíquo interno; OE = músculo oblíquo externo; RA = músculo reto abdominal; GDL = grupo dor lombar; GC = grupo controle. *Diferença significativa ($p < 0,05$).

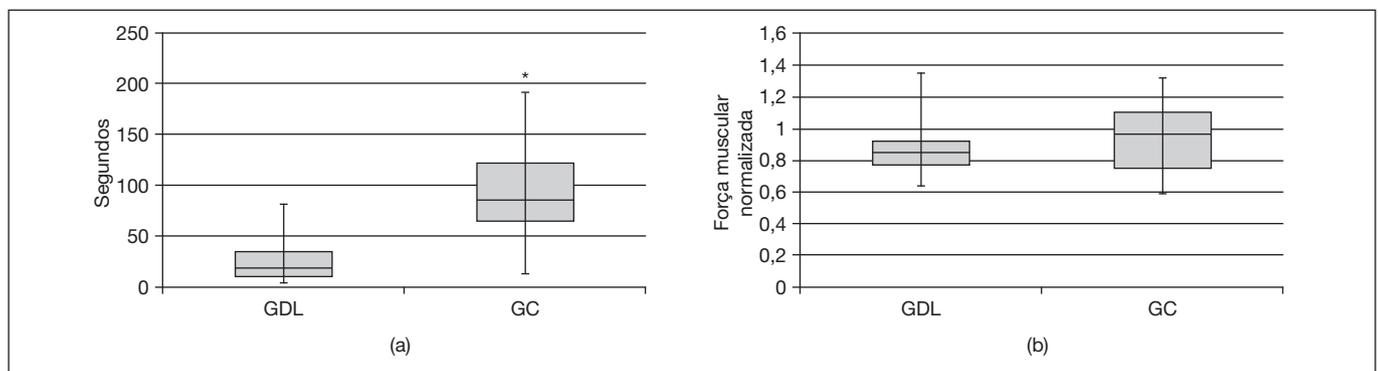


Figura 3. Box plot demonstrando a mediana, intervalo interquartil e mínimo e máximo nos testes de resistência muscular e força muscular para ambos os grupos

(a) TRM = teste de resistência muscular ($p=0,001$); (b) TFM = teste de força muscular ($p=0,172$); GDL = grupo dor lombar; GC = grupo controle; *Diferença significativa ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

No TFM, não houve diferença significativa entre os grupos ($p=0,172$), contudo o GC apresentou valores superiores na força dos músculos extensores do tronco. É sabido que a dor diminui a atividade muscular⁶, e a provável explicação para o não aparecimento de diferença significativa neste estudo pode estar relacionada ao fato do GDL apresentar valores elevados de dor diária, associado à presença de limitações demonstradas por meio do QIRM⁵, que faz com que haja restrição de movimentos da região com dor, assim como do corpo como um todo, e portanto, a melhora da dor pode explicar os valores elevados de ativação muscular^{5,6}. Ao evitar movimentos que utilizam a região da coluna lombar, há o favorecimento do sedentarismo, e como consequência, o sobrepeso demonstrado pelo IMC elevado das participantes com DLC^{2,22,23}. O sobrepeso, e a presença de maior quantidade de gordura, facilitam a infiltração de gordura no espaço muscular dos músculos ICL e MUL e esse aumento é indicativo de atrofia muscular, que leva à diminuição da força dos músculos extensores do tronco²².

Nos resultados do TRM, observou-se que o GC demonstrou maior capacidade de resistência muscular, com valores de tempo superiores ao GDL ($p<0,001$). Estudos anteriores demonstraram que o TRM apresenta relação com a dor e prognóstico para o desenvolvimento da DL, sendo que indivíduos que apresentam tempo inferior a 58 segundos têm três vezes mais chances de apresentar DL do que os que mantiveram por tempo superior a 104 segundos^{19,23,24}. Essa diferença no TRM pode ser em decorrência do predomínio e prevalência de fibras musculares do tipo II e diminuição das fibras musculares do tipo I no GDL, nos músculos ICL e MUL, que dificulta a manutenção da postura horizontal durante o TRM e da necessidade desses músculos nas posturas, durante as atividades de vida diária^{23,25}.

Os resultados eletromiográficos dão informações referentes à atividade neuromuscular⁶ e o uso de eletrodos de superfície é indicado, primeiramente devido ao fato de a atividade ser voluntária e por essa razão é preferível a utilização de eletrodos superficiais²⁶, ademais, a utilização de eletrodos de agulha numa contração sustentada poderia causar desconforto nas participantes. Em virtude do uso dos eletrodos de superfície em configuração bipolar há alta taxa de rejeição de modo comum, que tem a função de eliminar ruídos externos, que resulta num sinal eletromiográfico de melhor qualidade²⁶. Ao analisar os dados eletromiográficos com os dados do TRM, foi demonstrado que o GC apresentou menor recrutamento muscular em todos os músculos avaliados. Resultados maiores da atividade muscular no GDL podem apresentar relação com a quantidade de unidades motoras selecionadas durante a tarefa^{5,26}. Desta forma, valores menores de ativação muscular do GC podem estar relacionados à maior quantidade de unidades motoras recrutadas no momento do teste, com menor valor de amplitude de recrutamento muscular^{4-6,26,27}. Os níveis maiores de ativação muscular no GDL ficaram evidentes nos músculos OE e RA, considerados músculos estabilizadores globais¹⁰, que apresentaram resultados estatisticamente significativos ($p<0,05$). Os resultados deste trabalho vão ao encontro de estudos que demonstraram maior ativação dos músculos globais, entretanto essa estratégia que tem intuito de aumento da rigidez do tronco, por meio do aumento da ativação agonista e antagonista,

faz com que os músculos globais atuem como músculos locais e, em situações de maior exigência da estabilidade do tronco, apresenta potencial lesivo e de aumento da dor⁷⁻⁹.

O GC apresentou melhores resultados na resistência e no recrutamento dos músculos nos testes realizados, haja vista que a resistência é um aspecto do desempenho e de avaliação funcional. As mulheres que compuseram o GDL apresentaram déficits nas capacidades neuromusculares e o sistema nervoso central utiliza essas informações para elaborar e corrigir padrões de movimentos nas diversas atividades diárias, ou seja, a dor produz um ambiente propício para o aparecimento e o desenvolvimento de lesões e dor.

CONCLUSÃO

As mulheres com dor lombar crônica apresentaram resistência muscular diminuída e exigência muscular maior dos músculos globais, quando comparado às mulheres sem dor. Desse modo, é importante salientar que o treino de reabilitação deve incluir também o treino de resistência dos músculos extensores do tronco e enfoque no controle motor, com o intuito de reorganizar o recrutamento muscular, com ênfase no sistema local.

REFERÊNCIAS

1. Cho KH, Beom JW, Lee TS, Lim JH, Lee TH, Yuk JH. Trunk muscles strength as a risk factor for nonspecific low back pain: A pilot study. *Ann Rehabil Med*. 2014;38(2):234-40.
2. Conway R, Behennah J, Fisher J, Osborne N, Steele J. Associations between trunk extension endurance and isolated lumbar extension strength in both asymptomatic participants and those with chronic low back pain. *Healthcare*. 2016;4(3). pii: E70.
3. Ono R, Higashi T, Takahashi O, Tokuda Y, Shimbo T, Endo H, et al. Sex differences in the change in health-related quality of life associated with low back pain. *Qual Life Res*. 2012;21(10):1705-11.
4. Nelson-Wong E, Alex B, Csepe D, Lancaster D, Callaghan JP. Altered muscle recruitment during extension from trunk flexion in low back pain developers. *Clin Biomech*. 2012;27(10):994-8.
5. Butler HL, Hubley-Kozey CL, Kozey JW. Changes in electromyographic activity of trunk muscles within the sub-acute phase for individuals deemed recovered from a low back injury. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(2):369-77.
6. Schmit EF, Brito JD, Nóbrega SR, Araújo-Neto SA, Andrade PR, Ferreira JJ, et al. Efeitos da fisioterapia na força, atividade mioelétrica e dor, em lombalgias crônicas. *ConScientiae Saúde*. 2016;15(2):183-90.
7. Hodges PW, Moseley GL, Gabrielsson A, Gandevia SC. Experimental muscle pain changes feedforward postural responses of the trunk muscles. *Exp Brain Res*. 2003;151(2):262-71.
8. D'hooge R, Hodges P, Tsao H, Hall L, Macdonald D, Danneels L. Altered trunk muscle coordination during rapid trunk flexion in people in remission of recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(1):173-81.
9. Tsao H, Galea MP, Hodges PW. Driving plasticity in the motor cortex in recurrent low back pain. *Eur J Pain*. 2010;14(8):832-9.
10. Bergmark A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl*. 1989;230:1-54.
11. Vera-García FJ, Moreside JM, McGill SM. MVC techniques to normalize trunk muscle EMG in healthy women. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010;20(1):10-6.
12. Rossi DM, Morcelli MH, Marques NR, Hallal CZ, Gonçalves M, Laroche DP, et al. Antagonist coactivation of trunk stabilizer muscles during Pilates exercises. *J Bodyw Mov Ther*. 2014;18(1):34-41.
13. Astfalck RG, O'Sullivan PB, Straker LM, Smith AJ, Burnett A, Caneiro JP, et al. Sitting postures and trunk muscle activity in adolescents with and without nonspecific chronic low back pain: an analysis based on subclassification. *Spine*. 2010;35(14):1387-95.
14. Morcelli MH, Faganello FR, Navega MT. Avaliação da flexibilidade e dor de idosos fisicamente ativos e sedentários. *Ter Man*. 2010;8(38):298-304.
15. Schinkel-Ivy A, Nairn BC, Drake JD. Investigation of trunk muscle co-contraction and its association with low back pain development during prolonged sitting. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(4):778-86.
16. Nusbaum L, Natour J, Ferraz MB, Goldenberg J. Translation, adaptation and validation of the Roland-Morris questionnaire--Brazil Roland-Morris. *Braz J Med Biol Res*. 2001;34(2):203-10.
17. Cavazzotto TG, Tratis L, Ferreira SA, Fernandes RA, Queiroga MR. [Muscular static strength test performance: comparison between normotensive and hypertensive workers]. *Rev Assoc Med Bras*. 2012;58(5):574-9. English, Portuguese.

18. Gruther W, Wick F, Paul B, Leitner C, Posch M, Matzner M, et al. Diagnostic accuracy and reliability of muscle strength and endurance measurements in patients with chronic low back pain. *J Rehabil Med.* 2009;41(8):613-9.
19. Alaranta H, Luoto S, Heliövaara M, Hurri H. Static back endurance and the risk of low-back pain. *Clin Biomech.* 1995;10(6):323-4.
20. Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Kocejka D. Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects. *J Athl Train.* 1998;33(4):319-22.
21. Marques NR, Hallal CZ, Gonçalves M. Padrão de co-ativação dos músculos do tronco durante exercícios com haste oscilatória. *Motriz Rev Educ Fis.* 2012;18(2):245-52.
22. Teichtahl AJ, Urquhart DM, Wang Y, Wluka AE, Wijethilake P, O'Sullivan R, et al. Fat infiltration of paraspinal muscles is associated with low back pain, disability, and structural abnormalities in community-based adults. *Spine J.* 2015;15(7):1593-601.
23. Davarian S, Maroufi N, Ebrahimi I, Farahmand F, Parnianpour M. Trunk muscles strength and endurance in chronic low back pain patients with and without clinical instability. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2012;25(2):123-9.
24. Mbada CE, Ayanniyi O, Ogunlade SO, Orimolade EA, Oladiran AB, Ogundele AO, et al. Rehabilitation of back extensor muscles' inhibition in patients with long-term mechanical low-back pain. *ISRN Rehabil.* 2013;1-11.
25. Mazis N, Papachristou DJ, Zouboulis P, Tyllianakis M, Scopa CD, Megas P. The effect of different physical activity levels on muscle fiber size and type distribution of lumbar multifidus. A biopsy study on low back pain patient groups and healthy control subjects. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2009;45(4):459-67.
26. De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech.* 1997;13(2):135-63.
27. Sánchez-Zuriaga D, López-Pascual J, Garrido-Jaén D, García-Mas MA. A comparison of lumbopelvic motion patterns and erector spinae behavior between asymptomatic subjects and patients with recurrent low back pain during pain-free periods. *J Manipulative Physiol Ther.* 2015;38(2):130-7.