

FADIGA MUSCULAR NO TESTE DE BIERING-SORENSEN: ACHADOS ELETROMIOGRÁFICOS NA POPULAÇÃO COM DOR LOMBAR CRÔNICA – UMA REVISÃO

Muscle fatigue in the Biering-Sorensen test: electromyographic findings in people with chronic low back pain – review

Ângela Morita¹, Nise Marques², Marcelo Navega³

RESUMO

A menor resistência muscular dos eretores da espinha de pessoas com dor lombar crônica, quando comparada à população saudável, parece contribuir para a recorrência do sintoma doloroso. A investigação da fadiga muscular do tronco poderia aprimorar as estratégias de reabilitação desta disfunção. O objetivo desta revisão é analisar a ocorrência da fadiga muscular, identificada por meio da eletromiografia, dos eretores da espinha de sujeitos com dor lombar crônica, quando submetidos ao teste de Biering-Sorensen. A busca foi realizada nas bases de dados Lilacs, Ibecs, Medline, Biblioteca Cochrane, Scielo e PubMed, entre estudos publicados de 1994 a 2015. Foram selecionados nove artigos, do total de 456 publicações. Os resultados apontaram que a população clínica sustenta a postura de Biering-Sorensen por menos tempo do que os saudáveis. Porém, as alterações mioelétricas somente foram identificadas no grupo com dor lombar quando cargas externas foram aplicadas contra a ação dos eretores da espinha. Sem a adição de cargas, os grupos não apresentaram diferenças eletromiográficas. A comparação de subgrupos de sujeitos com dor lombar também não revelou diferenças eletromiográficas entre eles, apesar de haver diferença no desempenho do teste Biering-Sorensen. Questões motivacionais e crenças relacionadas à atividade física parecem influenciar a execução do teste ao invés de limitações fisiológicas. Sugere-se que um subgrupo de sujeitos com dor lombar, composto por pacientes com incapacidade funcional severa e que sejam menos ativos por receio da dor, possa apresentar o comprometimento da resistência dos eretores da espinha. Treinos de resistência muscular localizada poderiam ser mais eficazes neste subgrupo.

Palavras chaves: dor lombar, fadiga muscular, resistência física, eletromiografia.

ABSTRACT

The lower muscle endurance of the erector spinae in chronic low back pain subjects, when compared to healthy population, seems to contribute to the recurrence of painful symptoms. The investigation of trunk muscular fatigue could improve the rehabilitation strategies of this dysfunction. The objective of this review is to analyze the occurrence of muscle fatigue, identified through electromyography, of erector spinae of subjects with chronic low back pain, when submitted to the Biering-Sorensen test. The search was conducted in the Lilacs, IBECs, Medline, Cochrane Library, SciELO and PubMed databases, including studies published from 1994 to 2015. There were selected nine articles of the total of 456 publications. The results indicated that the clinical population supports the Biering-Sorensen posture for less time than the healthy groups. However, myoelectric changes were only identified in the low back pain group when external loads were applied against the action of the erector spinae. Without the addition of loads, the groups did not present electromyographic differences. The comparison of subgroups of low back pain subjects also did not reveal electromyographic differences between them, although there was a difference in the performance of the Biering-Sorensen test. Motivational issues and beliefs related to physical activity seem to influence the test performance rather than physiological limitations. It is suggested that a low back pain subgroup, composed of patients with severe functional disability and who are less active due to fear of pain, may present erector spinae resistance impairment. Localized muscle endurance training could be more effective in this subgroup.

Keywords: low back pain, muscle fatigue, physical endurance, electromyography.

¹ Fisioterapeuta do Centro de Estudos da Educação e da Saúde (CEES), Faculdade de Filosofia e Ciências. UNESP – Campus de Marília. SP, Brasil.

² Professora do Centro de Ciências da Saúde. Universidade do Sagrado Coração. Bauri, SP, Brasil.

³ Professor do Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Faculdade de Filosofia e Ciências. UNESP – Campus de Marília. SP, Brasil

Autor para correspondência:

Ângela Kazue Morita

Av. Hygino Muzzi Filho, 737 Bairro: Mirante

CEP: 17.525-000 - Marília, SP

Email: angela.morita@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A fadiga muscular é definida como o ponto de falência mecânica do músculo em manter a força alvo^{1,2} e pode ser considerado um mecanismo que limita os efeitos nocivos do exercício muscular excessivo. Este fenômeno pode ocorrer por alterações em diferentes mecanismos e ser classificada como fadiga central e/ou periférica. A primeira envolve prejuízos na ativação voluntária do músculo como, por exemplo, alteração da ativação do córtex motor primário. Já a fadiga periférica está relacionada a uma diminuição da força contrátil das fibras musculares e mudanças nos mecanismos subjacentes da transmissão dos potenciais de ação muscular^{2,3}.

O teste de Biering-Sorensen é um instrumento de avaliação bastante aplicado para provocar a fadiga muscular localizada dos eretores da espinha, em que a resistência é gerada pela massa corporal do indivíduo, sujeitando todos os avaliados a uma carga similar e proporcional a sua força^{1,4}. Para sua realização, o sujeito permanece em decúbito ventral, com a pelve e os membros inferiores fixados à mesa de avaliação, enquanto os membros superiores se mantêm cruzados à frente do tórax e o tronco é mantido suspenso e na posição horizontal (Figura 1)⁵. Há variações metodológicas e adaptações para a execução do teste, mas o objetivo geral é a provocação e análise da fadiga muscular^{4,6-8}. Além do baixo custo e fácil execução, este teste é considerado o mais apropriado para avaliar populações clínicas^{1,9}.

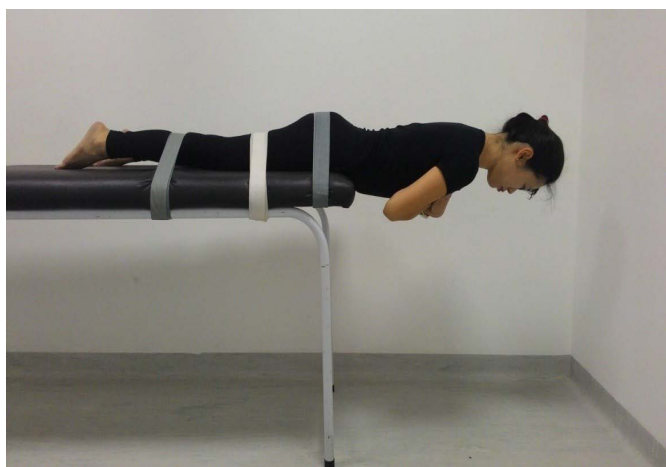


Figura 1. Posição do teste de Biering-Sorensen.

A introdução da análise eletromiográfica nos testes de resistência à fadiga permitiu identificar as alterações mioelétricas que ocorrem desde o início da contração muscular, mesmo antes da ocorrência de qualquer diminuição da produção de força¹⁰. A eletromiografia permite obter informações sobre o comportamento de cada músculo que compõe o agrupamento eretor da espinha e, segundo uma revisão de literatura, este método é considerado confiável para avaliar a fadiga muscular dos extensores lombares¹¹. Nesse sentido, o uso do sinal eletromiográfico determinou novos parâmetros de desempenho do teste de Biering-Sorensen, além do tempo de manutenção da postura, uma vez que a motivação pode influenciar o seu desempenho.

Entre as alterações do controle neuromuscular apresentadas pela população com dor lombar, a diminuição da resistência muscular localizada dos eretores da espinha é apontada como uma das possíveis causas da recorrência do sintoma álgico⁵. A ocorrência de fadiga dos eretores da espinha poderia modificar a rigidez muscular do tronco e prejudicar a capacidade deste agrupamento muscular em estabilizar a coluna vertebral¹². Como consequência, movimentos intervertebrais inadequados poderiam acontecer, gerando sobrecarga e lesão nos tecidos adjacentes, que resultaria na dor¹³.

O reconhecimento, por meio da eletromiografia, do processo de fadiga dos diferentes músculos que compõem o agrupamento extensor do tronco, permite compreender os mecanismos adotados por sujeitos com dor lombar crônica na realização de atividades cotidianas que exigem a resistência destes músculos. Neste contexto, a melhor compreensão da susceptibilidade à fadiga dos extensores do tronco de sujeitos com dor lombar poderia aprimorar as intervenções para o manejo desta condição. Exercícios para aumentar a resistência dos eretores da espinha poderiam ser priorizados no processo de reabilitação, caso a capacidade do agrupamento extensor do tronco em resistir à fadiga seja diferenciada nesta população. Desta forma, o objetivo da presente revisão é analisar a ocorrência da fadiga muscular, identificada por meio da eletromiografia, dos eretores da espinha de sujeitos com dor lombar crônica, quando submetidos ao teste de Biering-Sorensen.

MÉTODOS

Estratégia de busca

Foi realizada a busca de estudos científicos nas bases de dados Lilacs, Ibics, Medline, Biblioteca Cochrane, Scielo e PubMed por meio das combinações dos seguintes descritores da área da saúde na língua inglesa (MeSH): *low back pain, muscle fatigue, isometric contraction, physical endurance, electromyography, disability evaluation*. O operador booleano “AND” foi utilizado para formar as combinações.

Crerios de elegibilidade

Foram incluídos estudos transversais, com ou sem grupo controle, que tiveram como objetivo analisar o processo de fadiga muscular dos eretores da espinha de sujeitos com dor lombar crônica, por meio da eletromiografia, ao serem submetidos ao teste de Biering-Sorensen. Somente os artigos publicados no idioma inglês, entre o período de 1994 a 2015 e disponibilizados na versão completa foram considerados para esta revisão. Foram excluídos os estudos que empregaram outras análises, além da eletromiográfica, no teste de Biering-Sorensen.

Estratégia de seleção

Inicialmente, os estudos foram selecionados por um revisor com base nos títulos e resumos, excluindo-se aqueles que não estiveram relacionados ao tema da revisão. Em seguida todos os títulos e resumos selecionados tiveram seus textos completos submetidos a uma avaliação final. Os estudos que contemplaram os critérios de elegibilidade compuseram a presente revisão.

RESULTADOS

A busca eletrônica resultou em um total de 456 referências. Dessas referências, a primeira eliminação resultou na exclusão de 436 títulos e resumos que não atendiam aos critérios de elegibilidade. Os 20 resumos restantes tiveram seus textos completos submetidos a uma avaliação final. A busca resultou em nove artigos publicados entre 1994 e 2015 que serão comentados e discutidos a seguir (Figura 2). As tabelas 1 e 2 trazem as principais características dos estudos relacionados ao tema desta revisão.

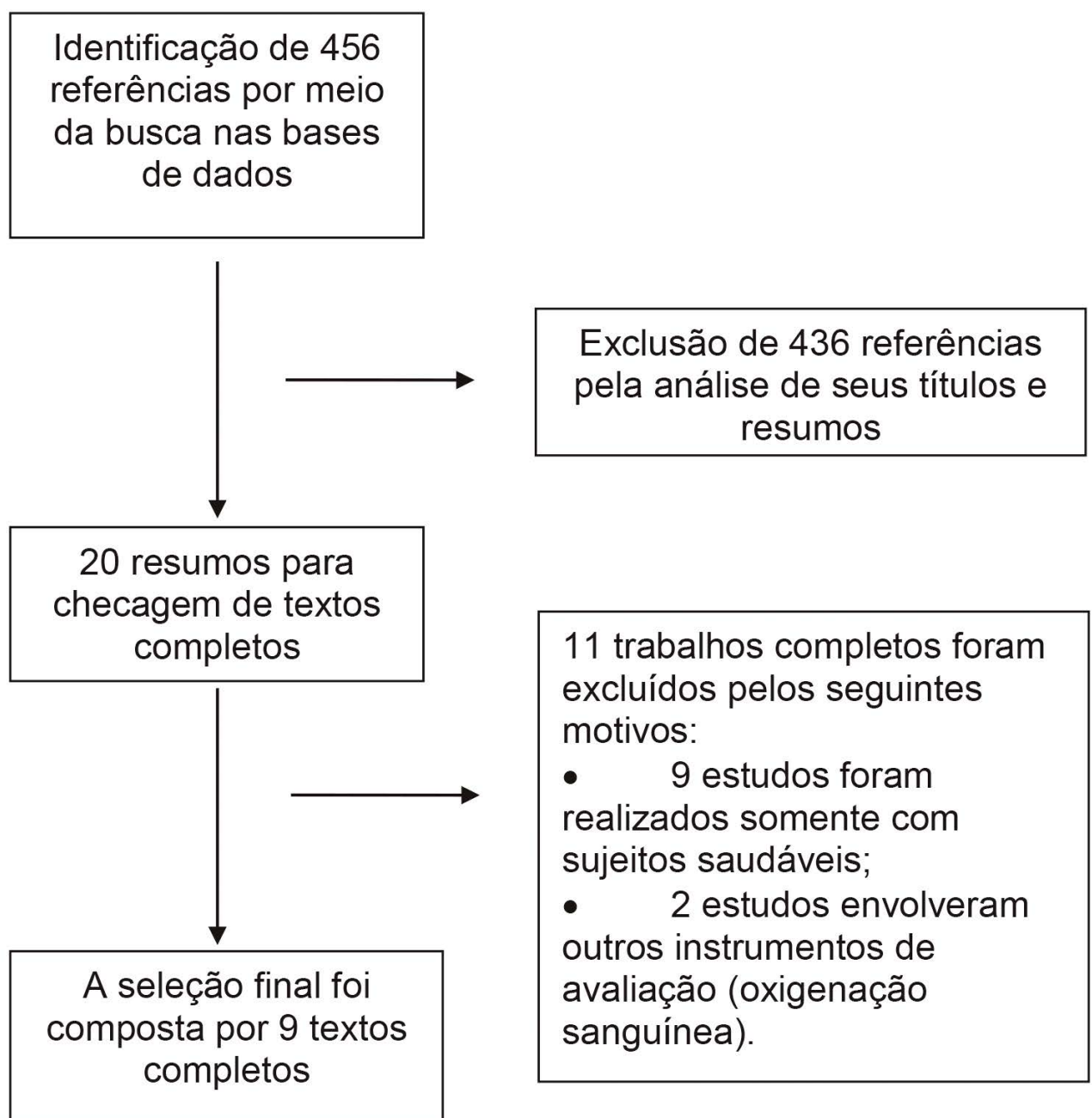


Figura 2. Fluxograma que resume a estratégia de busca e seleção dos artigos.

A variável eletromiográfica utilizada em todos os estudos para analisar o processo de fadiga muscular foi Frequência Mediana (FM). A diminuição dos valores de FM é a resposta esperada ao longo do processo de fadiga, que representa o deslocamento do espectro total de potência para frequências de menor valor¹⁴.

Quanto maiores foram os valores de FM inicial e menores os valores de FM final encontrados em determinado período de tempo, menos resistente é o músculo estudado^{8,15}. Alguns estudos calcularam o coeficiente de inclinação da reta de regressão linear dos valores de FM (slope da FM) obtidos durante o teste de Biering-Sorensen, em que coeficientes de maior valor indicam menor resistência à fadiga^{6,8,16,17}.

Estudos que compararam grupos com e sem dor lombar crônica

A busca resultou em seis estudos que compararam os grupos com e sem dor lombar, dos quais dois consideraram a exaustão como critério de interrupção^{6,16} e os demais pré-definiram o tempo de execução do teste de Biering-Sorensen^{8,14,17,18} (TABELA 1). Nos estudos que executaram o teste até a exaustão, os grupos com dor lombar apresentaram desempenho inferior em relação ao tempo de manutenção da contração isométrica dos extensores do tronco.

Três estudos encontraram diferenças significativas da análise eletromiográfica entre os grupos com e sem dor lombar^{8,14,18} e três não encontraram diferenças^{6,16,17}. Entre os que encontraram diferenças, dois estudos^{8,14} apontaram que sujeitos com dor lombar demonstram menor resistência à fadiga de algum músculo eretor lombar em relação ao grupo sem dor, enquanto um estudo¹⁸ verificou que os eretores lombares do grupo controle apresentaram menor resistência quando comparado ao experimental.

A falta da unanimidade dos resultados poderia colocar em dúvida o pressuposto de que pacientes com dor lombar crônica sejam mais susceptíveis à fadiga dos eretores lombares, bem como, da contribuição da fadiga muscular na instabilidade vertebral. Entretanto, ao se analisar a metodologia aplicada, observa-se que estudos^{8,14} que utilizaram uma carga adicional contra os eretores da espinha foram capazes de identificar menor resistência à fadiga de algum músculo eretor em sujeitos com dor lombar, quando comparados aos saudáveis. Já, os estudos que não obtiveram diferenças entre os grupos empregaram protocolos sem carga adicional, ou seja, apenas o segmento corporal suspenso se opôs à contração isométrica dos eretores lombares^{6,16,17}.

O trabalho de Tsuboi e colaboradores¹⁴ aplicou uma carga adicional de 30% da contração voluntária máxima (CVM) dos extensores de tronco por 60s. Foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, em que o grupo com dor lombar apresentou queda mais acentuada da FM dos multifido lombar e longuíssimo torácico em comparação ao grupo controle. Não foram encontradas diferenças para o iliocostal lombar. Já outro estudo⁸ utilizou carga adicional de 80% da CVM dos extensores de tronco por 35s. Foram obtidas diferenças entre os grupos para a FM inicial e final do longuíssimo e iliocostal esquerdos. No grupo com dor lombar, a FM inicial foi maior, enquanto a FM final foi menor, em comparação ao grupo controle. Entretanto, sem uma carga adicional, nem o protocolo com tempo pré-defi-

nido de 120s¹⁷ ou os protocolos até a exaustão^{6,16} foram capazes de identificar diferenças entre os grupos com e sem dor lombar.

Neste contexto, sugere-se que as alterações do controle neuromuscular e a consequente instabilidade da coluna vertebral ocorreriam em situações em que cargas externas fossem aplicadas contra a ação dos extensores lombares. Ainda, observa-se que, nos estudos apresentados, uma alta sobrecarga (80% da CVM) foi imposta em um intervalo relativamente curto (35 s) de tempo de manutenção⁸, ou uma baixa sobrecarga (30% da CVM) foi imposta em um intervalo maior de tempo (120 s)¹⁴ para que diferenças mioelétricas pudessem ser detectadas entre os grupos com e sem dor lombar. Propõe-se que situações similares possam ocorrer na realização de atividades cotidianas, nos quais a menor resistência dos eretores lombares em suportar cargas externas desencadearia o sintoma algico.

A recorrência da dor poderia estar relacionada com a frequência de execução deste tipo de tarefa.

Autores (ano)	Amostra	Colocação dos eletrodos (nível vertebral)	Adaptação no Teste de Biering-Sorensen	Tempo no teste de Biering-Sorensen	Achados eletromiográficos	
TSUBOI, EGAWA e MIYAZAKI (1994)	GC N= 10 homens. Idade= 21,5 ± 1,7 anos.	GE N= 9 homens. Idade=21,2 ± 2,2 anos.	EMG de superfície (bilateral): MU (L5 e L4), IL (L2) e LO (L1).	Manutenção de ângulo de 5° com a horizontal. 1ª etapa: teste de fadiga, sem carga, por 120s. 2ª etapa: teste de fadiga com uma carga de 30% da CVM, por 120s.	-	Significante queda da FM, na condição com carga, para ambos os grupos. Diferença significativa (p<0,05) entre os grupos para o MU e LO, bilateralmente, que apresentaram uma queda maior para o grupo com dor lombar.
CROSSMAN, MAHON e WHATSON (2004)	GC N= 32. Idade= 38 ± 10 anos.	GE N= 35. Idade= 41 ± 11 anos.	EMG de superfície (bilateral) sobre os ventres musculares dos eretores ao nível de L4-L5.	1ª etapa: Biering-Sorensen até a exaustão. Posição do tronco horizontal. 2ª etapa: teste de fadiga isométrica na posição ortostática (60% da CVM por 60 s).	GC: 137.50 ± 40.38 s. GE: 105.29 ± 28.53 s. p < 0.01	O <i>slope</i> da FM foi semelhante entre os grupos durante o teste de Sorensen (p=0.845); no teste na posição ortostática, a queda da FM foi ligeiramente maior no grupo controle (p= 0.230).
CANDOTTI et al. (2008)	GC N= 30. Idade= 23,7 ± 5,5 anos. Sedentários.	GE N= 30. Idade= 27,2 ± 7,2 anos. Sedentários.	EMG de superfície (bilateral): LO (L1) e IL (L2).	Sobrecarga de 80% da CVM e tempo de manutenção do teste de 35 s.	-	O IL e LO esquerdos apresentaram diferenças significativas entre os grupos (p<0.05) para a FM inicial e final, que foram respectivamente, maior e menor, no grupo com dor lombar.
SUNG, LAMMERS e DANIAL (2009)	GC N= 40. Idade= 49.29 ± 9.91 anos.	GE N= 40 sujeitos Idade= 51.18 ± 8.42 anos Oswestry: 23.4 ± 11.4%.	EMG de superfície (bilateral): LO torácico e IL (nível vertebral não informado).	Biering-Sorensen por 60s. Posição do tronco horizontal.	-	Houve diferenças significativas entre os grupos para a FM de todos os músculos analisados (p=0.001). Sujeitos com dor apresentam maior fadiga da porção torácica e menor fadiga da porção lombar, em comparação ao controle.
BENECK, BAKER e KULIG (2013)	GC N= 14 Idade= 32.5 ± 5.8 anos. IMC= 24.8 ± 4.1 kg/m ² .	GE N= 14. Idade= 34.0 ± 5.4 anos. IMC= 23.8 ± 3.9 kg/m ² .	Eletrodos de agulha (homolateral ao lado da dor): MU superficial e profundo (L4), LO (L4 e T10).	Biering-Sorensen executado até a exaustão. Posição do tronco horizontal. Controle da rotação do tronco com inclinômetro.	GC: 144.4 ± 41.4 s. GE: 87.5 ± 25.5 s. p < 0.001	Não houve diferenças entre os grupos para o <i>slope</i> da FM calculado nos 30s iniciais e finais. No grupo com dor houve diferença apenas entre o LO torácico (T10) e o MU profundo (p=0.013), na comparação dos 30 iniciais e finais. Não houve diferenças no grupo controle.
CAI e WONG (2015)	GC N= 18 Idade= 25.6 ± 4.2 (homens); 23.6 ± 2.5 (mulheres). IMC= 21.7 ± 2.0 (homens); 21.1 ± 2.1 (mulheres) Corredores recreacionais.	GE N= 18 Idade= 29.6 ± 7.3 (homens); 26.0 ± 2.6 (mulheres). IMC= 21.5 ± 2.4 (homens); 22.0 ± 2.1 (mulheres). Corredores recreacionais.	EMG de superfície (bilateral): LO (L1); IL (L3).	Biering-Sorensen por 120 s. Posição do tronco horizontal.	-	Não houve diferenças entre os grupos para o <i>slope</i> da FM.

GC= grupo controle; GE= grupo experimental; EMG= eletromiografia; MU= multifido; IL= iliocostal; LO= longuíssimo; CVM= contração voluntária máxima; FM= frequência mediana; IMC= índice de massa corporal.

Tabela 1. Síntese dos estudos que compararam os grupos com e sem dor lombar crônica.

Autores (ano)	Amostra	Colocação dos eletrodos	Adaptação no Teste de Biering-Sorensen	Tempo no teste de Biering-Sorensen	Achados eletromiográficos.
MOFFROID et al. (1994)	Ativos N= 9. Idade= 30,5 anos. IMC= 27,47 kg/m ² . Inativos N= 20. Idade= 28,05 anos. IMC= 28,08 kg/m ² .	EMG de superfície (bilateral): LO (L3); sobre o bíceps femoral.	Critério de interrupção: queda de 5 graus de extensão do tronco. Foram realizadas duas avaliações, com intervalo de 24 horas.	Ativos: 69,3 ± 59,5 s (1º dia) e 69,5 ± 57,3 (2º dia) (CCI= 0,96). Inativos: 40,6 ± 14,9s (1º dia) e 49,9 ± 20,2s (2º dia) (CCI= 0,39).	Não houve diferenças quanto aos grupos (ativos e inativos) em relação à queda da FM.
MARSHALL e MURPHY (2006)	N=50. Idade= 32,4 ± 6,5 anos. Oswestry= 25,5 ± 9,6%.	EMG de superfície (bilateral): eretor da espinha (T12/L1 e L4/L5).	Executado até a exaustão.	125 ± 62 s.	Quanto menor a fadiga (FM T12/L1 direito e L4/L5 direito e esquerdo), maior o silêncio eletromiográfico (L4/L5 direito e esquerdo). Quanto menor a fadiga, mais rápida é a resposta de <i>feedforward</i> dos músculos abdominais profundos.
MANNION et al., (2011)	Sujeitos com desempenho acima do esperado no teste de fadiga N= 75 (39% mulheres). Idade= 42,2 ± 9,9 anos. Rolland Morris= 6,3 ± 4,1 pontos. Sujeitos com desempenho abaixo do esperado N= 73 (75% mulheres) Idade= 48 ± 9,2 anos Roland Morris= 9,4 ± 4,5 pontos.	EMG de superfície (bilateral): sobre os ventres musculares dos eretores da espinha (L3 e L5).	Executado até a exaustão.	Sujeitos com desempenho acima do esperado no teste de fadiga: 159,3 ± 48,4s. Sujeitos com desempenho abaixo do esperado: 81,9 ± 33,6s.	Não houve diferenças entre os grupos para fadiga, analisada por meio da eletromiografia (<i>slope</i> da FM).

EMG= eletromiografia; LO= longuíssimo; FM= frequência mediana; IMC= índice de massa corporal; CCI= coeficiente de correlação interclasse.

Tabela 1. Síntese dos estudos que compararam os grupos com e sem dor lombar crônica.

Estudos com população com dor lombar crônica

Foram encontrados três estudos que aplicaram o teste de Biering-Sorensen em sujeitos com dor lombar e analisaram a fadiga muscular dos eretores da espinha por meio da eletromiografia (TABELA 2). Dois trabalhos^{9,19} realizaram comparações entre subgrupos de sujeitos com dor lombar e um trabalho²⁰ analisou a relação entre a fadiga muscular, silêncio eletromiográfico e resposta antecipatória do tronco.

Os subgrupos analisados foram de sujeitos que se consideravam ativos versus inativos¹⁹ e de sujeitos que obtiveram desempenho acima do esperado no teste de Biering-Sorensen versus sujeitos que obtiveram desempenho abaixo do esperado⁹. Ambos os estudos encontraram diferenças entre os subgrupos para o tempo de manutenção da postura de Biering-Sorensen, em que os grupos de inativos e de sujeitos com desempenho abaixo do esperado sustentaram a postura por menos tempo. Porém, apesar da diferença no tempo do teste, os grupos não foram diferentes quanto ao *slope* da FM do eretor da espinha.

Os dois estudos propuseram que o desempenho inferior no teste de Biering-Sorensen, em relação ao tempo de manutenção da postura, pode ser decorrente de questões motivacionais ao invés de fisiológicas, uma vez que não foram encontradas diferenças para a variável eletromiográfica^{9,19}. Ainda, o estudo de Mannion e colaboradores⁹ verificou que os distúrbios psicológicos e crenças negativas sobre a disfunção lombar foram fatores preditivos para apresentar o desempenho abaixo do esperado.

Somado a este argumento, a literatura aponta que sujeitos com dor lombar crônica podem ser classificados, quanto ao seu comportamento, como os que “evitam” ou os que “confrontam” o sintoma doloroso²⁰. Sugere-se que os grupos de inativos e daqueles que obtiveram o desempenho abaixo do esperado poderiam ser classificados como os que evitam o sintoma doloroso. Para estes sujeitos, desempenhar o teste de Biering-Sorensen até a capacidade máxima de manutenção poderia ter uma conotação negativa, no sentido de piorar o sintoma doloroso e, por isso, inibir a motivação dos participantes. Em contrapartida,

os subgrupos de ativos e com desempenho acima do esperado poderiam ser classificados como os que confrontam a dor e não deixam de executar suas tarefas por medo do sintoma algíco.

Aqueles que “evitam” e limitam a realização de suas atividades por receio da dor lombar ou piora da condição clínica estão propensos à atrofia dos eretores lombares²⁰, porém, apenas em casos de incapacidade severa que esta atrofia pode afetar a resistência muscular do tronco⁶. Acredita-se que as amostras dos dois estudos apresentados, constituídas por adultos jovens¹⁹ e sujeitos que atingiram menos de 40% da pontuação máxima do Rolland Morris⁹, não atingiram grave incapacidade funcional capaz de gerar diferenças entre os subgrupos de comparação.

Neste ponto, verifica-se a importância de se praticar a primeira recomendação para o tratamento da dor lombar crônica que é a orientação ao paciente sobre a sua condição clínica e o retorno precoce às atividades cotidianas, evitando o repouso²¹. A orientação sobre a evolução benigna da dor lombar e os benefícios dos exercícios físicos mostra-se essencial para desmistificar as crenças negativas e as consequentes influências sobre o comportamento dos pacientes.

O último estudo abordado nesta revisão investigou a relação entre as medidas dos componentes ativos e neurais do sistema de estabilização lombar²⁰. Foi identificado que quanto maior a resistência à fadiga dos eretores da espinha, maior o fenômeno de relaxamento destes músculos durante a flexão completa do tronco e mais rápida é a resposta antecipatória do transversos do abdômen e oblíquo interno ao estímulo de desestabilização postural. Deste modo, verifica-se que a dor lombar envolve um conjunto de alterações neuromusculares que estão relacionadas e a resistência dos eretores da espinha representa um dos componentes que poderia causar a recorrência do sintoma algíco. Esclarecer como a fadiga muscular dos extensores lombares age sobre a estabilidade vertebral e a interdependência entre este processo e as diversas alterações do controle motor investigadas na dor lombar é fundamental para compreender os possíveis mecanismos de adaptação e manutenção do quadro doloroso e como intervir de modo eficaz no seu tratamento.

CONCLUSÃO

As alterações mioelétricas da fadiga muscular puderam ser identificadas em situações em que sobrecargas externas foram aplicadas contra os eretores da espinha, em que sujeitos com dor lombar apresentaram manifestações precoces da fadiga muscular, comparados aos saudáveis. Tais alterações foram identificadas por meio do comportamento decrescente da FM. Nesse sentido, situações cotidianas ou laborais, como levantamento sucessivo de carga, poderiam ser desencadeadores da dor lombar.

Além disso, ao analisar os subgrupos de sujeitos com dor lombar, identificou-se a possível influência da motivação para a execução de tarefas, em que a inatividade, distúrbios psicológicos e as crenças negativas a respeito da dor lombar poderiam levar ao desempenho submáximo de tarefas para evitar o surgimento do sintoma álgico. Apesar do menor desempenho destes subgrupos, não foram observadas alterações mioelétricas dos eretores da espinha. Possivelmente, o subgrupo de sujeitos com dor lombar, que seja menos ativo por receio da dor e apresente maior incapacidade funcional, poderia exibir maior discrepância quanto à resistência à fadiga dos eretores da espinha, se comparado aos saudáveis. Treinos de resistência dos eretores da espinha poderiam ser mais eficazes neste subgrupo.

Por fim, a resistência dos eretores lombares compõe o espectro de alterações neuromusculares da dor lombar, cujos mecanismos se mostram interligados. Compreender estes mecanismos pode aprimorar as estratégias de reabilitação da dor lombar crônica.

REFERÊNCIAS

- ¹Ng JKF, Richardson CA, Jull GA. Electromyographic amplitude and frequency changes in the iliocostalis lumborum and multifidus muscles during a trunk holding test. *Phys Ther.* 1997;77(9):954-61.
- ²Boyas S, Gue'vel A. Neuromuscular fatigue in healthy muscle: Underlying factors and adaptation mechanisms. *Ann Phys Rehabil Med.* 2011;54(2):88-108.
- ³Zwarts MJ Bleijenberg G, van Engelen BGM. Clinical neurophysiology of fatigue. *Clin Neurophysiol.* 2008;119(1):2-10.
- ⁴Demoulin C, Vanderthommen M, Duysens C, Crielaard JM. Spinal muscle evaluation using the Sorensen test: a critical appraisal of the literature. *Joint Bone Spine.* 2006;73(1):43-50.
- ⁵Silva RA, Vieira ER, Cabrera M, Altimari LR, Aguiar AF, Nowotny AH, et al. Back muscle fatigue of younger and older adults with and without chronic low back pain using two protocols: A case-control study. *J Electromyogr Kinesiol.* 2015;25(6):928-36.
- ⁶Crossman K, Mahon M, Watson PJ, Oldham JA, Cooper RG. Chronic low back pain-associated paraspinal muscle dysfunction is not the result of a constitutionally determined "adverse" fiber-type composition. *Spine.* 2004;29(6):628-34.
- ⁷Kell RT, Bhambhani Y. Relationship between erector spinae static endurance and muscle oxygenation-blood volume changes in healthy and low back pain subjects. *Eur J Appl Physiol.* 2006;96(3):241-8.
- ⁸Candotti CT, Loss JF, Pressi AMS, Castro FAS, Torre ML, Melo MO, et al. Electromyography for assessment of pain in low back muscles. *Phys Ther.* 2008;88(9): 1061-7.
- ⁹Mannion AF, O'riordan D, Dvorak J, Masharawi Y. The relationship between psychological factors and performance on the Biering-Sørensen back muscle endurance test. *The Spine J.* 2011;11(9):849-57.
- ¹⁰Santana LM, Nascimento PRC, Lima TS, Lopes ACT, Araujo AC, Azevedo FM, et al. Electromyographic analysis of the vertebral extensor muscles during the Biering-Sorensen Test. *Motriz: Rev Ed Fis.* 2014;20(1):112-9.
- ¹¹Bandpei MAM, Rahmani N, Majdoleslam B, Abdollahi I, Ali SS, Ahmad A. Reliability of surface electromyography in the assessment of paraspinal muscle fatigue: an updated systematic review. *J Manipulative Physiol Ther.* 2014;37:510-21.
- ¹²Granata KP, Slota GP. Influence of fatigue in neuromuscular control of spinal stability. *Hum Factors.* 2004; 46(1):81-91.
- ¹³Panjabi MM. The stabilizing System of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992;5(4):383-9.
- ¹⁴Tsuboi T, Satou T, Egawa K, Izumi Y, Miyazaki M. Spectral analysis of electromyogram in lumbar muscles: fatigue induced endurance contraction. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1994;69(4):361-6.
- ¹⁵Correia JP, Oliveira R, Vaz JR, Silva L, Perazat-Correia P. Trunk muscle activation, fatigue and low back pain in tennis players. *J Sci Med Sport.* 2015;19(4):311-6.
- ¹⁶Beneck GJ, Baker LL, Kulig K. Spectral analysis of EMG using intramuscular electrodes reveals non linear fatigability characteristics in persons with chronic low back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013;23(1):70-7.
- ¹⁷Cai C, Kong PW. Low back and lower-limb muscle performance in male and female recreational runners with chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015; 45(6):436-43.
- ¹⁸Sung PS, Lammers AR, Danial P. Different parts of erector spinae muscle fatigability in subjects with and without low back pain. *Spine J.* 2009;9(2):115-20.
- ¹⁹Moffroid M, Reid S, Henry SM, Haugh ID, Ricamato A. Some endurance measures in persons with chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20(2):81-7.
- ²⁰Marshall P, Murphy B. The relationship between active and neural measures in patients with nonspecific low back pain. *Spine.* 2006;31(15):E518-24.
- ²¹Ladeira, CE. Evidence based practice guidelines for management of low back pain: physical therapy implications. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(3): 190-9.

