

Eletroniografia de Superfície aplicada na prevenção de lesões lombares em diferentes áreas ocupacionais: uma revisão de literatura

Pamela Silva
Programa de Pós Graduação em
Engenharia Biomédica
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brasil
ORCID: 0000-0002-1306-5634

Frederico Lizardo
Instituto de Ciências Biomédicas
(ICBIM)
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brasil
ORCID: 0000-0002-5118-7616

Thiago Fidales
Unidade Acadêmica de Biotecnologia
Universidade Federal de Catalão
Catalão, Brasil
ORCID: 0000-0002-6137-1687

César Amorim
Universidade Cidade de São Paulo
(UNICID)
São Paulo, Brasil
ORCID: 0000-0003-0137-5659

Roberto Júnior
Instituto de Ciências Biomédicas
(ICBIM)
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brasil
ORCID: 0000-0001-9250-5214

Daniela Silva
Instituto de Ciências Biomédicas
(ICBIM)
Universidade Federal de Uberlândia
Uberlândia, Brasil
ORCID: 0000-0001-6931-5746

Resumo: A lombalgia destaca-se como a doença musculoesquelética mais comumente relacionada ao trabalho e como um importante problema de saúde mundial. Um dos fatores para o seu desenvolvimento é a fadiga dos músculos eretores da espinha, impedindo a manutenção da integridade física e funcional da coluna vertebral. A eletroniografia de superfície (EMGs) é uma ferramenta de potencial crescente no diagnóstico e prognóstico de indivíduos com lombalgia. Ela detecta, processa e registra a atividade elétrica que emana de um músculo em atividade permitindo sua análise de ativação e o comportamento de suas unidades motoras. O objetivo desse estudo é realizar uma revisão na literatura para avaliar o uso da EMGs na prevenção da lombalgia em diferentes áreas ocupacionais. Foi realizado uma revisão bibliográfica, na base de dados da Pubmed, Scielo, Bireme e Google Acadêmico. Apesar da EMGs ser uma ferramenta útil na detecção da fadiga muscular e poder ser utilizada na triagem de profissionais com características musculares potencias para o desenvolvimento da lombalgia, existem poucos estudos que relatam sua utilização em diferente áreas ocupacionais.

Palavras-chave: Músculo eretor da espinha, doença musculoesquelética, lombalgia, fadiga muscular.

I. INTRODUÇÃO

A exposição à fatores de riscos presentes nas condições de trabalho tem contribuído para a ocorrência, cada vez mais frequente, de doenças físicas e mentais em trabalhadores de diferentes atividades econômicas [1]. Dentre elas, a lombalgia destaca-se como a doença musculoesquelética mais comumente relacionada ao trabalho e como um importante problema de saúde pública, com alta prevalência global e com tendência em aumentar nas próximas décadas como resultado do envelhecimento da população [2]. Atividades laborais em que os indivíduos estão expostos a tarefas repetitivas, levantamento de carga, posturas inadequadas, forças estáticas e movimentos

repetitivos da coluna em flexão e/ou rotação sobrecarregam o sistema músculo-esquelético da coluna vertebral levando a fadiga da musculatura estabilizadora da coluna e sobrecarregando assim os elementos estabilizadores passivos, tornando-os vulneráveis à distensões e propiciando uma maior incidência de lombalgia [2][3].

Os paravertebrais são músculos profundos que atuam em paralelo em cada lado da coluna vertebral e se inserem diretamente aos corpos vertebrais. São responsáveis pela mobilidade segmentar e estabilidade dinâmica da coluna vertebral, e também participam dos movimentos globais do tronco. Na região lombar os principais músculos paravertebrais incluem o psoas, o quadrado lombar e os eretores da espinha (porção lombar), sendo que esse último possui um importante papel na manutenção da integridade física e funcional da coluna vertebral funcionando como estabilizadores ativos da coluna. Tecidos passivos, como cápsulas, ligamentos e discos da coluna vertebral passam a ser sobrecarregados depois que os estabilizadores ativos tornam-se menos efetivos em decorrência da fadiga muscular [4][5].

Normalmente, a fadiga da musculatura estabilizadora está associada a lombalgia devido ao enfraquecimento desses músculos levando-os a produzir menos força e a tornarem-se mais lentos e menos eficazes na geração do momento extensor necessário da coluna, forçando assim, discos intervertebrais e ligamentos a resistir a uma maior tensão dos músculos flexores, o que propicia uma maior susceptibilidade dessas estruturas passivas a lesões[6].

A Eletroniografia de Superfície (EMGs) é uma ferramenta de potencial crescente no diagnóstico e prognóstico de pacientes com lombalgia. Ela detecta, processa e registra a atividade elétrica que emana de um músculo em atividade permitindo assim uma análise da ativação e do comportamento de suas unidades motoras [7]. Alterações na EMGs como assimetrias ou diminuição do

sinal eletromiográfico são indicativos de fadiga muscular[8]. Sendo assim, a EMGs pode ser utilizada como instrumento na avaliação da integridade física e funcional da coluna vertebral, em trabalhadores expostos a fatores de risco, permitindo ações e intervenções precoces no ambiente de trabalho, diminuindo assim a ocorrência de lombalgia.

O objetivo desse estudo é realizar uma revisão na literatura para avaliar a aplicação da eletromiografia de superfície na detecção da fadiga muscular de estabilizadores ativos da coluna para prevenção da lombalgia em diferentes áreas ocupacionais.

II. METODOLOGIA

Foi realizado uma revisão bibliográfica, na base de dados da Pubmed, Scielo, Bireme e Google Acadêmico, que apresentassem as seguintes palavras-chaves no título ou em seu resumo: eletromiografia, eletromiografia de superfície, lombalgia e fadiga muscular. Foram incluídos apenas os artigos publicados nos últimos 10 anos, nas línguas inglesa, espanhola ou portuguesa e que tivessem como foco o uso da eletromiografia voltada para a coluna vertebral.

Foram excluídos da pesquisa estudos que tivessem como foco outros grupos musculares que não os paravertebrais.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os eretores da espinha são um grupo muscular extenso, estendendo-se por toda coluna vertebral. Partem da região sacro-pélvica (sacro, crista ilíaca, processo transversos e espinhosos das vértebras e costelas) até a base do crânio superiormente, sendo compostos por três grupos musculares: ileocostal, longuíssimo e espinal. São importantes músculos antigravitacionais sendo responsáveis pela manutenção da postura, e constituem o principal grupo extensor da coluna vertebral ao agirem concêntrica e bilateralmente. Entretanto, a ação dos eretores da espinha geralmente é excêntrica. Da posição vertical, o tronco pode ser flexionado para a frente, movimento iniciado pelos músculos flexores, principalmente pelo reto abdominal, e influenciado pela gravidade. Os músculos eretores da espinha controlam a descida do tórax contra a gravidade[5][9].

Contrações fortes e duradouras por períodos prolongados da musculatura extensora da coluna podem ocasionar fadiga muscular. Normalmente, a fadiga está relacionada diretamente ao nível de depleção do glicogênio muscular, ou seja, ela surge em grande parte devido à incapacidade contrátil e do processo metabólico das fibras musculares de continuar a manter a mesma quantidade de trabalho. A transmissão de sinais nervosos pela junção neuromuscular diminui em pequena quantidade após intensa e prolongada atividade muscular, assim como a interrupção de fluxo sanguíneo durante a contração muscular são fatores que também causam fadiga muscular[6].

A fadiga muscular não só diminui a força muscular como também pode alterar o tamanho dos potenciais de ação. Estes achados indicam que todos ou algumas unidades motoras estão com suas tensões diminuídas durante a contração muscular, ou seja, diminuem os picos de contração além de aumentar o tempo de contração, levando

à diminuição da tensão muscular. Além disso, há também aumento da duração média dos potenciais de ação. Estas informações podem ser visualizadas nos espectros da EMGs, que podem ser devido à diminuição da condução de alguns ou de todos os potenciais de ação. As unidades motoras mais lentas, com sua longa duração dos potenciais de ação muscular, permanecem ativas enquanto outras unidades motoras mais rápidas com mínima duração dos potenciais de ação muscular tornam-se inativas. Dessa forma, a EMGs aparece como uma técnica de fácil aplicação tanto para os pesquisadores quanto para os pacientes para analisar a fadiga dos músculos lombares tanto em estudos de laboratório quanto em ensaios clínicos. Quantificar a fadiga e determinar os limites aceitáveis de carga muscular, ajudam na prevenção ao desenvolvimento de lombalgia [6].

Foram encontrados no total 6 artigos para essa revisão, dentre eles quatro estudos clínicos que utilizaram a EMGs em diferentes áreas de trabalho, uma revisão sistemática que avaliou a confiabilidade da EMGs na detecção da fadiga muscular e um estudo que utilizou diferentes níveis de carga para avaliar a resposta de eretores da espinha à fadiga.

Mohseni et al. [10] realizaram uma revisão sistemática na literatura no intuito de avaliarem a confiabilidade da EMGs na fadiga de músculos paravertebrais. Apesar de algumas falhas metodológicas apresentadas, como tamanho de amostra pequeno, amostra heterogênea, falta de localização padronizada para eletrodos e outros, os resultados dos 12 trabalhos incluídos nesse estudo, indicaram a EMGs como uma ferramenta útil e confiável para avaliar a fadiga do músculo paravertebral tanto em indivíduos saudáveis quanto em indivíduos com lombalgia. Embora sua etiologia ainda seja controversa, os estudos incluídos nessa revisão sugeriram que indivíduos que apresentaram menor resistência durante a contração muscular sustentada, apresentavam predisposição para o desenvolvimento de dor lombar. Dentre os diferentes parâmetros que podem ser avaliados na EMGs para análise da fadiga do músculo paravertebral, o parâmetro de frequência mediana foi considerado mais confiável em relação aos outros (frequência mediana instantânea, frequência mediana de inclinação, raiz quadrada média e IREMG). Quando os músculos estão fadigados, a distribuição de energia do EMGs muda para frequências mais baixas devido a alteração do recrutamento da fibra muscular e outras mudanças nas propriedades contráteis.

Santos et al [3] observaram a resposta eletromiográfica de paravertebrais e reto abdominal em 44 policiais militares, em um teste isométrico de CVM durante movimentos de extensão de tronco, na posição sentada, antes e após um ciclo de dois dias de trabalho. Os policiais realizavam turnos de 12 horas, na posição sentada, utilizando um colete a prova de balas, o que aumentava ainda mais a sobrecarga física. Foi observado, após um ciclo de trabalho, a diminuição da atividade eletromiográfica do reto abdominal, do lado direito (onde é carregada a arma), e de paravertebrais tanto do lado direito quanto do lado esquerdo, em policiais com idade superior a 31 anos e com maior tempo de carreira (acima de 10 anos). O estudo concluiu, com esse resultado, que a fadiga muscular pode estar relacionada a intensidade e a duração da atividade executadas.

Barbosa et al. [4] avaliaram a fadiga dos músculos eretores da espinha, em diferentes níveis de cargas, no intuito de melhor compreender o comportamento mecânico e fisiológico desses músculos frente às constantes demandas advindas das mais variadas atividades da vida diária. Os participantes foram submetidos a um teste de contração isométrica dos músculos eretores da espinha contra cargas de 5%, 10%, 15% e 20% da carga máxima, a fadiga muscular foi identificada pela verificação do aumento da amplitude do sinal eletromiográfico em função do tempo. Foi observado uma maior fatigabilidade dos músculos iliocostais em relação aos multifídios, o que poderia ser explicado pela predominância de fibras do tipo II nessa região da coluna lombar. Essas fibras apresentam baixa resistência à fadiga em consequência principalmente do metabolismo glicolítico ou anaeróbico responsável pelo fornecimento de energia por um tempo em média não superior a 30 segundos.

Mendes et al. [2] avaliaram o efeito de um dia de trabalho em relação a dor, percepção de esforço, força muscular e atividade eletromiográfica dos músculos eretores da espinha em 22 soldados com e sem lombalgia (11 apresentavam lombalgia e 11 não apresentavam). A coleta dos dados eletromiográficos foi realizada durante contrações voluntárias máximas em 3 posições comumente utilizadas pelos soldados durante o trabalho e em dois períodos de sua jornada (manhã e ao final do dia). Embora a dor e a percepção de esforço aumentarem ao final da jornada de trabalho, esses resultados não interferiram na força muscular e na atividade eletromiográfica dos músculos eretores da espinha. Mesmo os soldados com lombalgia crônica apresentaram boa capacidade física (força muscular) e funcional. Esses achados não eram esperados, uma vez que a manutenção de certas posturas (flexão e rotação de tronco principalmente), por longos períodos de tempo, tanto em soldados como também em outras atividades profissionais, são frequentemente reportadas como causa de lombalgia, o que seria compatível com alterações eletromiográficas e diminuição de força muscular. Uma hipótese levantada pelos pesquisadores para tal resultado é de que trabalhadores com lombalgia que continuam ativos, em suas atividades laborais, podem manter a força, a capacidade funcional e o padrão de ativação muscular, comparados aos trabalhadores que são afastados de suas funções.

Heydari et al. [12] em um estudo prospectivo de 2 anos, submeteram 120 profissionais de saúde, de um grande hospital, a medição EMGs dos músculos paravertebrais e analisaram as incapacidades decorrentes de dor lombar. As variáveis da EMGs avaliados foram Frequência Mediana Inicial (FMI), Meia Largura (ML) e Raiz Quadrada Média (*Root Mean Square*). Estudos anteriores demonstraram que indivíduos com dor lombar, apresentam uma ML mais ampla em comparação a indivíduos saudáveis. Valores de ML > 48Hz foram significativamente relacionados a DL. Nesse estudo também foi possível observar um aumento consistente no risco de lombalgia com o aumento na ML. Indivíduos que apresentaram ML > 56Hz estavam em risco três vezes maior de desenvolver dor em relação ao restante da população estudada ($p=0,045$). O FMI também teve potencial como preditor de dor lombar. Os participantes que apresentaram FMI > 49Hz apresentaram um risco 5,8 vezes maior de desenvolver DL em comparação ao restante dos participantes ($p=0,014$). O estudo concluiu que o EMGs pode ser uma boa ferramenta para identificar subgrupos de

indivíduos com risco aumentado de desenvolver lombalgia no futuro.

Borges [6] avaliou dois profissionais de enfermagem em um serviço de pronto atendimento. Os profissionais foram solicitados a realizar três transferências de um paciente da maca para a cadeira e três transferências da cadeira para a maca. As manobras foram realizadas pela manhã e repetidas ao final do expediente. Foi observado uma tendência à fadiga da musculatura de paravertebral, principalmente à direita, nas transferências ao final do expediente, com aumento do valor do RMS. Quando o músculo está fadigado ele necessita aumentar o seu potencial de ação para executar aquela determinada tarefa e isto pode ser demonstrado por meio do RMS, que é uma variável temporal que mostra a amplitude daquele potencial de ação em um determinado tempo. Dentro do domínio espectral, a Frequência Mediana também sofreu variação (diminuição) entre as medidas de início e final de expediente. O poder espectral da frequência mediana tende a diminuir durante a atividade da fadiga muscular. A musculatura dos iliocostais direito e esquerdo foram mais fadigadas do que a musculatura dos multifídios direito e esquerdo, o que está de acordo com a função muscular específica de cada grupo mencionado, sabendo-se que a ação muscular do iliocostal é estender e inclinar a coluna vertebral, enquanto que o multifídio está relacionado à estabilização e extensão da coluna vertebral. Neste estudo, especificamente, a transferência do paciente requer muito da extensão e da inclinação do tronco. Além disso, qualquer indivíduo destro tende a utilizar mais a musculatura do lado direito do corpo, sendo mais requisitadas durante as tarefas do dia a dia, o que também justificaria o porquê do lado direito ser mais acometido que o lado esquerdo.

IV. CONCLUSÃO

Foram encontrados poucos estudos que utilizaram a EMGs na avaliação da fadiga muscular de eretores da espinha em trabalhadores de diferentes áreas laborais. Algumas limitações foram observadas nesses trabalhos, como a interferência de artefatos que prejudicaram a confiabilidade de alguns dados, a falta de um grupo controle e um "N" muito pequeno em alguns estudos.

Ainda assim, essa revisão sugere que há evidências que indicam a EMGs como uma ferramenta útil no diagnóstico da fadiga muscular paravertebral e com boa utilidade como um marcador para a lombalgia. Porém mais pesquisas são necessárias para determinar a combinação de medidas que identificam com precisão a fadiga muscular e se essas medidas são econômicas e fáceis de se obter no ambiente de trabalho. Estudos também são necessários para determinar quais fatores de risco contribuem para as alterações da EMGs na lombalgia, e se medidas corretivas desses fatores de risco prevêm um resultado positivo na prevenção de lombalgia.

V. REFERÊNCIAS

- [1] BUTLER, H. L.; HUBLEY-KOZEY, C. L.; KOZEY, J. W. Changes in electromyographic activity of trunk muscles within the sub-acute phase for individuals deemed recovered from a low back injury. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 23, n. 2, p. 369–377, abr. 2013.
- [2] MENDES, A. A. M. T. et al. Electromyographic activity of the erector spinae: The short-effect of one workday for welders with nonspecific chronic low back pain, an observational study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, v. 31, n. 1, p. 147–154, 6 fev. 2018.
- [3] SANTOS, M. C. DOS; KRUEGER, E.; NEVES, E. B. Electromyographic analysis of postural overload caused by bulletproof vests on public security professionals. *Research on Biomedical Engineering*, v. 33, n. 3, p. 175–184, 17 ago. 2017.
- [4] Barbosa, F. S. S., & Gonçalves, M. (2005). Fadiga dos músculos eretores da espinha: um estudo eletromiográfico. *Fisioterapia E Pesquisa*, 12(2), 6-12. <https://doi.org/10.1590/fpusp.v12i2.76394>
- [5] BONUGLI, G. P. Associação entre a postura e a morfologia da musculatura paravertebral – estudo por meio de técnicas quantitativas em ressonância magnética. p. 77, 2015.
- [6] BORGES, Fábria Regina. Análise eletromiográfica da postura do profissional de saúde no início e fim do expediente de trabalho. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/97073>>.
- [7] BASMAJIAN JV, DE LUCA CJ. Muscles alive: their function revealed by electromyography. 5. ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1985.
- [8] CARDOZO, A. C.; GONÇALVES, M.; DOLAN, P. Back extensor muscle fatigue at submaximal workloads assessed using frequency banding of the electromyographic signal. *Clinical Biomechanics*, v. 26, n. 10, p. 971–976, dez. 2011.
- [9] JARMEY, C. Músculos: uma abordagem conscisa. Barueri, SP :Manole, 2008.
- [10] MOHSENI BANDPEI, M. A. et al. Reliability of Surface Electromyography in the Assessment of Paraspinal Muscle Fatigue: An Updated Systematic Review. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, v. 37, n. 7, p. 510–521, set. 2014.
- [11] HEYDARI, A. et al. EMG analysis of lumbar paraspinal muscles as a predictor of the risk of low-back pain. *European Spine Journal*, v. 19, n. 7, p. 1145–1152, jul. 2010.