

A utilização da eletromiografia de superfície na avaliação e tratamento das disfunções musculoesqueléticas: uma revisão da literatura

The use of surface electromyography in musculoskeletal dysfunctions evaluation and treatment – a literature survey

Rafaela Okano Gimenes*
Alexandre Marin
Hernandez Cosialls*
Roberta Helena de
Castro Giglio**
Paula Monteiro
Bachi***

RESUMO

A Eletromiografia de Superfície é um método utilizado para diagnosticar diversas patologias musculoesqueléticas tendo como base a utilização não invasiva de eletrodos de superfície que emitem sinais elétricos captados por um aparelho que mostram a parte lesionada do músculo. Este estudo teve por objetivo realizar uma revisão da literatura a fim de identificarmos a utilização da eletromiografia de superfície na avaliação e no tratamento das disfunções musculoesqueléticas. Foi realizada uma revisão bibliográfica através de base de dados eletrônica, sites de busca relacionados à área da saúde, livros — textos, revistas indexadas e não indexadas, artigos nacionais e internacionais. Foram encontrados 88 artigos durante o levantamento bibliográfico, sendo que destes, 41 pertencentes a EMG sendo aplicada como diagnóstico e/ou tratamento de disfunções musculoesqueléticas. Concluímos que a EMG é utilizada como um recurso diagnóstico das disfunções musculoesqueléticas, tendo como reflexo suas propriedades terapêuticas e reabilitadoras no tratamento de lesões musculares, tanto pela sua eficiência quanto pela facilidade de utilização, promovendo assim, um direcionamento mais fidedigno no diagnóstico e tratamento proposto.

PALAVRAS-CHAVE

Eletromiografia. Doenças musculoesqueléticas - diagnóstico. Doenças musculoesqueléticas - reabilitação.

ABSTRACT

Surface Electromyography is a method used for diagnosing several musculoskeletal pathologies. It is based on the non-invasive use of electrodes emitting electric signals caught by a device and show muscles injured parts. The study aimed to do a literature survey in order to identify the use of surface electromyography in the evaluation and treatment of musculoskeletal dysfunctions. A bibliographical survey on electronic databases, search sites related to health, text-books, indexed and non-indexed journals national and international papers. The bibliographical survey found 88 papers, 41 of them pertinent to EMG as a musculoskeletal dysfunctions' diagnostic and/or treatment tool. We conclude that EMG is used as a diagnostic tool for musculoskeletal dysfunctions, and this reflects on its therapeutic and rehabilitating properties in muscular injuries treatment, both due to its efficiency and to easiness of use, promoting thus a more trustworthy procedure for diagnosis and treatment.

KEYWORDS

Electromyography. Musculoskeletal diseases - diagnosis. Musculoskeletal diseases - rehabilitation.

* Docentes do Curso de
Fisioterapia do Centro
Universitário São Camilo.

** Fisioterapeuta do Centro
Universitário São Camilo.

*** Fisioterapeuta graduada pelo
Centro Universitário São Camilo.
e-mail: alexandrem@scamilo.edu.br
robertagiglio@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Eletromiografia de Superfície

Segundo Basmajian e DeLuca (1985), a eletromiografia de superfície (EMG) pode ser descrita como uma técnica que utiliza um equipamento eletrônico que revela ao ser humano algum dos seus eventos fisiológicos, normais ou anormais, na forma de sinais visuais e auditivos, para ensiná-los a manipular estes eventos de uma maneira involuntária ou não sentida.

Recentemente, técnicas eletromiográficas têm sido utilizadas para a determinação do esforço muscular produzido em resposta ao estímulo nervoso, em substituição às antigas técnicas, que empregam aparatos mecânicos ou eletro-mecânicos de maior volume, complexidade, custo e dificuldade de calibração. Para isso, foi proposto um equipamento com eletrodos de superfície, que utiliza técnicas eletromiográficas e que inova ao considerar a flexibilidade quanto à amplitude do esforço, a banda passante de frequência do sinal e o erro da cadeia eletrônica, possibilitando, dessa forma, sua utilização em músculos de diferentes tónus (ROCHA et al., 1996).

A EMG permite o estudo em tempo real da função muscular pela análise do sinal elétrico gerado durante a contração muscular, sendo possível, a partir da coleta do sinal eletromiográfico, fazer interpretações em condições normais e patológicas do aparelho locomotor (AMORIM et al., 2003).

Quando usada em combinação com medidas biomecânicas (como instrumentação de força ou torque, sistema de análises de movimentos tridimensionais), pode fornecer uma rica compreensão da função muscular (CARDOSO et al., 2001; PORTNEY e ROY, 2004).

Eletromiografia Cinesiológica e Biofeedback

Fisioterapeutas usam constantemente a EMG cinesiológica como método de interpretação das funções e disfunções neuromusculares (SODERBERG et al., 2000).

Assim, o biofeedback é utilizado como um recurso dentro da EMG, de maneira a fornecer ao paciente uma informação imediata a respeito dos seus esforços durante o movimento. Esta informação atua não somente na função dos receptores, mas também oferece um fator motivacional para reeducar o paciente quanto à contração muscular (DRAPER, 1998).

Equipamentos utilizados na EMG e captação do sinal eletromiográfico

O equipamento de EMG é composto por (1) Eletrodos de superfície de diferentes formas e tamanhos, também chamados de eletrodos secos, tendo, assim, seu uso mais freqüente, colocados em paralelo às fibras musculares; (2) Cabos sensores protegidos e selados, cujo comprimento não é um fator relevante, tão logo os pré-amplificadores sejam colocados no local correto do músculo; (3) Sensores pré-amplificadores a.k.a., que soam à atividade elétrica e enviam informação para a unidade através dos cabos; (4) Unidade de BFE (Biofeedback) de diferentes tipos e complexidades: têm a característica de estabelecer parâmetros e gravar as informações. A maioria tem interface com os computadores e podem mostrar dados numéricos e gráficos (CARDOSO et al., 2001).

Os computadores coletam e armazenam os dados da EMG para a visualização e análise; esses dados podem ser armazenados de forma analógica (como um sinal variante contínuo) ou digital (o sinal contínuo é convertido em uma série de números, cada um representando a amplitude do sinal em um momento particular no tempo) (PORTNEY e ROY, 2004).

Forma de aplicação da EMG

A validade e precisão de qualquer medida eletromiográfica são dependentes do processo de detecção dos sinais. Este processo inclui a distância entre os eletrodos, seu tamanho, suas localizações e preparação da pele para minimização da impedância. Esses parâmetros devem ser controlados em todos os estudos que utilizam a eletromiografia de superfície como técnica de

mensuração da atividade muscular (FONSECA et al., 2001).

Além do eletrodo de registro, um eletrodo terra precisa ser aplicado, para fornecer um mecanismo que cancele o efeito de interferência dos ruídos elétricos e externos, como os causados por luzes fluorescentes, aparelhos de rádio e outros aparelhos elétricos. O eletrodo terra é um eletrodo de superfície que é preso à pele perto dos eletrodos de registro, mas não necessariamente sobre o músculo que está sendo estudado (PORTNEY e ROY, 2004).

OBJETIVO

Realizar uma revisão da literatura, a fim de identificarmos a utilização da eletromiografia de superfície na avaliação e no tratamento das disfunções musculoesqueléticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão bibliográfica em bases de dados eletrônicas, *sites* de busca relacionados à área da saúde, livros — texto, revistas indexadas e não indexadas, artigos nacionais e internacionais, e anais de congressos. As bases de dados utilizadas foram: Lilacs, Medline, Md Consult, Cinahl, Cochrane Library e Scielo, compreendendo o período de 1960 a 2006, sem restrições de idiomas, com as palavras: EMG, EMG de Superfície, Biofeedback, Lesões Musculoesqueléticas, Fadiga Muscular, Electromyography, Surface Electromyography, Exercises, Exercícios, Fisioterapia, Physical therapy.

As palavras foram associadas entre si conforme a necessidade da pesquisa, e dois revisores participaram da leitura e análise crítica dos artigos selecionados para serem discutidos.

RESULTADOS

Foram encontrados 92 artigos durante o levantamento bibliográfico, sendo que 21 abordavam o tema “EMG”, mas não o relacionavam com nenhum tipo de lesão musculoesquelética.

Vinte e seis (26) estudos não correlacionavam o uso da EMG no diagnóstico ou tratamento de disfunções musculoesqueléticas, e os 45 artigos pertinentes ao tema proposto serão apresentados a seguir.

DISCUSSÃO

Ao final da pesquisa bibliográfica realizada, observamos que a maioria dos estudos encon-

trados falava sobre a EMG, porém não estavam associados às disfunções musculoesqueléticas, objetivo deste estudo. As abordagens variaram com as formas de utilização de EMG, sendo utilizadas nas mais diferentes formas e áreas da saúde, como, por exemplo, no diagnóstico ou tratamento da cefaléia tensional, análise dos músculos da face nas disfunções temporomandibulares e craniomandibulares, avaliação da espasticidade e incontinência urinária.

Freitas et al. (1987) analisaram a atividade eletromiográfica das porções inferior e superior do músculo do trapézio em movimentos de elevação, abaixamento e retração. Foi evidenciado que ambas as porções do músculo do trapézio são ativas na elevação, sendo que na retração predomina a atividade da porção inferior. Não se constatou diferenças nos resultados obtidos entre os tipos de eletrodos empregados.

Furlani et al. (1987) avaliaram eletromiograficamente os movimentos simulados de remo: os músculos peitoral maior, serrátil anterior e grande dorsal. Foi evidenciado que, na fase de arranque, o peitoral maior e o grande dorsal são os músculos que exibem maior atividade e, no movimento de volta a frente, o mais ativo é o serrátil anterior.

Dankaerts et al. (1987) compararam a confiabilidade do músculo do tronco médio por meio da EMG durante a contração máxima e submáxima. Os resultados do estudo fornecem a evidência de que a duração máxima voluntária de contração isométrica seja preferível para a normalização da amplitude ao avaliar sinais da EMG dos músculos do tronco.

Camargo et al. (1987) realizaram uma análise eletromiográfica do músculo reto abdominal no exercício de “*sit up*” e verificaram que este não poderia se encaixar em uma classe de exercícios abdominais, uma vez que nesse movimento o eixo de rotação parte, para fazer a flexão, da articulação do quadril e não a flexão da coluna vertebral.

Freitas et al. (1988) analisaram a atividade eletromiográfica das porções superior e inferior do músculo trapézio nos movimentos de circundução e oscilação pendular do braço. Concluiu-se que ambas as porções do trapézio agem simultânea e sincronicamente na circundução do braço, apresentando atividade crescente na fase de elevação e decrescente na fase de abaixamento do braço. As mesmas porções do trapézio agem simultaneamente na oscilação pendular do braço, apresentando, entretanto, atividade eletromiográfica do perfil EMG variá-

vel; não existem diferenças significativas nos resultados obtidos entre os tipos de eletrodos empregados.

Boaro et al. (1993) avaliaram a velocidade da condução da fibra do músculo durante as contrações dinâmicas que envolvem movimentos rápidos. Os estudos eletromiográficos evidenciaram que houve diferença significativa na atividade muscular nos movimentos de carga em ambos os grupos; a diferença na atividade muscular ocorreu com o aumento da carga.

Tassi et al. (1994) realizaram uma análise eletromiográfica da porção superior dos músculos trapézio e grande dorsal em movimentos livres do braço. Observou-se que o trapézio foi ativo na abdução, adução, circundução, e o grande dorsal na flexão e circundução.

Campos et al. (1998) analisaram os efeitos de um programa de hidroginástica sobre os indicadores psicofisiológicos de tensão muscular e estado de ansiedade. Pode-se dizer que este estudo buscou introduzir novos conceitos na área do exercício físico voltado à promoção do bem-estar e da qualidade de vida.

Hogrel et al. (1998) avaliaram a reprodutibilidade, a sensibilidade e variação da velocidade de condução, dependendo da posição do eletrodo. Parece irrelevante derivar estimativas de confiança do parâmetro de EMG sem considerar o local do eletrodo.

Cabral et al. (1998) objetivaram avaliar se o músculo vasto medial oblíquo (VMO) teria maior atividade elétrica do que o músculo vasto lateral longo (VLL), durante exercício de contração isométrica com resistência máxima (CIRM) e o de contração isotônica, também com resistência máxima (CIsotRM), realizado no equipamento *Leg-Press*. Os resultados sugerem que o músculo VMO não pode ser recuperado seletivamente em relação ao VLL realizando exercícios de CIRM e de CIsotRM no equipamento *Leg-Press*.

Staudte et al. (1999) descreveram em seus estudos que a detecção precisa de eventos discretos do neurônio motor, como o início de contrações voluntárias do músculo. Os resultados mostram uma diminuição substancial do desempenho de métodos tradicionais sobrepostos da ativação dos perfis da ativação do músculo dinâmico altamente variável (por exemplo, devido a uma tarefa secundária do motor executada simultaneamente pelo mesmo músculo). O modelo de processo com correspondente estatística de detectar o sinal representa uma ferramenta eficiente para selecionar algoritmos apropriados da detecção para uma condição experimental

particular e permite uma avaliação quantitativa de seu desempenho.

Andrade (2000) verificou o efeito do exercício isométrico de extensão associado à rotação medial e lateral da perna, em cadeia cinética fechada, no aparelho *Leg Press*, com o joelho fletido a 90° por meio da atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo e da força do músculo quadríceps da coxa, em indivíduos normais e com disfunção fêmoro patelar. Os resultados sugerem que o exercício associado à rotação lateral ativa seletivamente o vasto medial oblíquo nos dois grupos, sendo, portanto indicado para reabilitação de indivíduos com disfunção fêmoro patelar.

Albertini et al. (2001) verificaram as possíveis alterações elétricas dos músculos vasto medial e vasto lateral nas atividades de sentar e levantar. Para análise dos músculos, foi considerada a medida do tempo de início de ativação elétrica e sem comportamento. Constatou-se que não houve diferença no comportamento elétrico dos músculos em questão, no movimento de flexão e extensão dos joelhos durante a atividade de sentar e levantar.

Poyhonen et al. (2001) avaliaram a função e a análise cinemáticas dos músculos do quadríceps durante os exercícios usados na reabilitação do joelho, executados na água. Concluíram que as propriedades da água modificaram a função neuromuscular dos músculos, que agem como os agonistas e os antagonistas nos exercícios de flexão e extensão do joelho.

Moraes et al. (2001) verificaram a participação do músculo iliocostal lombar (erector da espinha) durante os movimentos de flexão e extensão do tronco na posição sentada. Os resultados encontrados refletem a participação do músculo durante os movimentos realizados.

Andrade et al. (2001) compararam a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) com a estimulação elétrica funcional (FES) por meio da eletromiografia pré e pós-treinamento. Encontraram que a FES provavelmente é capaz de produzir força semelhante ao exercício ativo, com a vantagem de contrair preferencialmente o músculo vasto medial oblíquo, na disfunção fêmoro patelar.

Gonçalves et al. (2002) estudaram a atividade elétrica do potencial de ação das unidades motoras dos músculos bíceps braquial e braquiorradial produzidos logo após exercício exaustivo de flexão de antebraço e verificaram que esta atividade parece não ser influenciada pelo alongamento estático após exercícios exaustivos.

Cowan et al. (2002) investigaram se as estratégias de recrutamento do vasto medial nas populações com síndrome da dor fêmuro patelar podem ser mudadas por um programa físico no tratamento. Os dados sugerem que esta intervenção produz uma mudança caso a atividade seja transferida a uma tarefa específica introduzida no programa de treinamento. Além disso, a mudança no controle motor está associada à melhoria clínica dos sintomas.

Carvalho et al. (2003) avaliaram a atividade eletromiográfica da cintura escapular durante exercícios de cadeia cinética fechada (CCF) e em exercícios proprioceptivos. Os exercícios proprioceptivos em CCF com bola produziram uma maior ativação do músculo serrátil anterior, além de co-contratação dos músculos da articulação glenoumeral e escapulo-torácica.

Mandriale et al. (2003) observaram a estimulação elétrica de sistemas neuromusculares usados em pesquisas e ações clínicas. No estudo, os parâmetros de estimulação ou detecção não pareceram ser efetivos.

Lopes et al. (2003) compararam o padrão de atividade muscular em indivíduos normais durante a pedalagem em dois modelos de bicicleta estacionária e verificaram se o grau de flexão de joelho influencia na atividade muscular. Concluiu-se que não existem diferenças significativas da atividade dos músculos reto da coxa, semitendíneo, tibial anterior e gastrocnêmio medial durante a atividade de pedalar.

Corrêa et al. (2003) avaliaram se existe um comportamento comum de ativação elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral, em indivíduos saudáveis, em condições funcionais dinâmicas de trabalho muscular. A reprodutibilidade do comportamento de ativação eletromiográfica mostrou que existe um comportamento de ativação eletromiográfica comum entre músculos que são responsáveis pelo equilíbrio e alinhamento da articulação patelofemoral.

Azevedo et al. (2003) verificaram a existência do relaxamento dos músculos gastrocnêmios durante o alongamento e quantificaram após quanto tempo de sustentação esse efeito ocorreria. Não houve indicativos da existência de um tempo real padrão da sustentação do alongamento estático de tríceps sural, sugerindo novos estudos comparando diferentes situações de alongamento para uma análise mais detalhada sobre o assunto.

Passos et al. (2003) fizeram a relação morfológica entre o músculo adutor longo e o

músculo vasto medial. Concluiu-se que as relações morfológicas entre os músculos estudados também são funcionais e que suas atividades em conjunto devem ser preconizadas durante a reabilitação de pacientes portadores de patologias patelofemorais.

Coqueiro et al. (2003) mediram a atividade elétrica do músculo vasto medial oblíquo no exercício isométrico de agachamento e concluíram que 45° de flexão do joelho, associado à contração isométrica voluntária máxima de adução do quadril, com o mesmo abduzido a 30°, é efetivo para promover maior ativação do músculo vasto medial oblíquo.

Ota et al. (2003) compararam o padrão de recrutamento muscular, o tempo de ativação e as fases de ação muscular em 3 formas de exercícios para fortalecimento abdominal utilizadas na prática terapêutica. Concluíram que os exercícios podem ser usados com finalidades de fortalecimento de diferentes ventres musculares, de acordo com o objetivo fisioterapêutico.

Silva et al. (2003) interpretaram o fenômeno da fadiga muscular pela análise da amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos vasto medial e vasto lateral durante a extensão isométrica do joelho (90°), nos protocolos de exaustão e de 1 minuto. Concluíram que no protocolo de exaustão os músculos analisados apresentam melhores evidências do processo de fadiga muscular do que no de 1 minuto.

Fornari et al. (2003) descreveram a atividade elétrica muscular de abdominais e paravertebrais durante exercícios utilizados no tratamento de lombalgias crônicas. Verificaram que a inclinação pélvica pode ser indicada para ativar a musculatura extensora do tronco durante o tratamento da lombalgia.

Pássaro et al. (2003) verificaram se ocorre a coativação do músculo bíceps da coxa durante o movimento de extensão do joelho em indivíduos que reconstruíram o ligamento cruzado anterior. Concluíram que os sujeitos do grupo teste não se comportaram de maneira semelhante quando era feita a ativação do bíceps da coxa durante a extensão do joelho; os sujeitos do grupo controle tiveram comportamento semelhante.

Rotger et al. (2003) avaliaram a atividade muscular dos *tender points* em pacientes com fibromialgia e dos pontos motores do músculo trapézio, em três momentos: antes da abdução e flexão de ombro, durante a execução destes movimentos e após o seu término. Houve uma alteração no controle da ativação muscular observado pelos atrasos na ativação muscular

e menores magnitudes de ativação, porém novas pesquisas são necessárias para se buscar a reprodutibilidade dos dados observados com ampliação da amostra e a avaliação de diferentes movimentos.

Silva et al. (2003) analisaram eletromiograficamente o processo da fadiga dos músculos reto femoral, vasto medial e vasto lateral durante a extensão isotônica do joelho, nos processos de exaustão e de 1 minuto. Verificaram que o protocolo de exaustão apresentou melhores resultados tanto no comportamento do sinal eletromiográfico em função do tempo quanto na determinação da EMG.

Mota et al. (2003) compararam características cinemáticas da marcha de um paciente hemiplégico com o padrão de marcha normal. Concluíram que, embora a paresia seja observada no lado afetado, o lado preservado também sofre alterações biomecânicas decorrentes das adaptações para se realizar a marcha.

Barros et al. (2003) propuseram um protocolo para análise de marcha com orientação a partir de variáveis cinemáticas e antropométricas, ainda que com algumas limitações.

Silva et al. (2003) avaliaram as respostas da frequência cardíaca e da EMG em diferentes grupos musculares, durante testes de exercício isométrico de contração voluntária máxima de flexão de cotovelo e do joelho. A resposta da frequência cardíaca e da atividade eletromiográfica do bíceps braquial e bíceps femoral não apresentaram relações conclusivas.

Gonçalves et al. (2003) utilizaram a EMG para identificar a fadiga muscular dentro de um padrão de movimento ocupacional. Observaram que a atividade do músculo eretor da espinha foi crescente. Quanto às variáveis de força de tração e frequência mediana, o teste proposto não evidenciou o processo de fadiga muscular.

Barbosa et al. (2003) avaliaram o comportamento da fadiga dos músculos eretores da espinha em um teste de contração isométrica tendo como base a análise da faixa de declínio da frequência mediana. O protocolo proposto demonstrou ser eficaz para a identificação da fadiga em todas as intensidades de cargas utilizadas e em todas as porções do músculo eretor da espinha que foram analisadas.

Marson et al. (2003) analisaram as contrações isométricas do músculo semitendíneo e obtiveram que o treinamento isométrico estudado foi eficaz para promover um aumento da contração voluntária máxima. No entanto, concluiu-se que não influenciou nos valores

do limiar de fadiga eletromiográfica, sugerindo novos estudos.

Cardoso et al. (2003) avaliaram o músculo eretor da espinha com EMG, quanto à obtenção de diferentes percentuais de carga para uma melhor padronização, concluindo que qualquer uma das combinações propostas apresenta índices semelhantes.

De acordo com Rotger et al. (2003), os estudos futuros poderão buscar a reprodutibilidade de dados já observados. Desta maneira, apontamos que a EMG necessita de maior aprimoramento, conhecimento na manipulação do aparelho e maior divulgação.

Garcia et al. (2004) estimaram a condução dos potenciais de ação das unidades motoras por meio da EMG, avaliando o seu comportamento temporal em contrações isométricas realizadas até a exaustão. Foram apresentados resultados consistentes nos cálculos da condução dos potenciais das unidades motoras.

Farina et al. (2004) avaliaram a velocidade da condução da fibra muscular durante as contrações dinâmicas que envolvem movimentos rápidos. O método forneceu dados de confiança sobre a fadiga muscular durante contrações dinâmicas.

Cardoso et al. (2004) determinaram, por meio da EMG, se há diferença significativa na ativação neuromuscular dos músculos gastrocnêmio, vasto lateral, bíceps femoral e paravertebral durante o ciclo completo do movimento padrão do ciclismo, em dois tipos de cicloergômetros, Monark e Water Bike. Concluiu-se que, na Water Bike, é necessária uma menor atividade muscular para realizar um mesmo trabalho executado no cicloergômetro padrão Monark.

Grossi et al. (2004) analisaram a atividade eletromiográfica dos músculos vasto lateral longo, vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo durante a realização de exercícios isométricos de extensão de joelho a 15° e 90° de flexão, concluindo que a 90° ocorre maior ativação do vasto medial oblíquo.

Falla et al. (2006) exploraram as mudanças na ativação em três partes distintas do músculo trapézio, em tarefas dinâmicas e cíclicas dos membros superiores. Observaram que a ativação muscular e suas mudanças dependem da posição do trapézio entre essas três divisões durante as tarefas executadas, sugerindo que não houve um recrutamento uniforme das fibras musculares, ressaltando a importância da variação dos locais dos eletrodos na investigação da função deste músculo durante os exercícios dinâmicos.

Watanabe et al. (2006) compararam as atividades eletromiográficas dos músculos do tronco durante os exercícios de bicicleta ergométrica e marcha em voluntários saudáveis para determinar níveis de carga para o condicionamento físico de indivíduos com dor lombar. Concluíram que atividades na bicicleta ergométrica poderiam ser utilizadas no trabalho de condicionamento desses indivíduos, uma vez que representou menor carga para os músculos do tronco.

CONCLUSÃO

Concluimos que a EMG atualmente é utilizada como um recurso diagnóstico das disfunções musculoesqueléticas, tendo como reflexo suas propriedades terapêuticas e reabilitadoras, tanto pela sua eficiência quanto pela facilidade de utilização, promovendo, assim, um direcionamento mais fidedigno no diagnóstico e no tratamento proposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, P. H. **Efeito do exercício isométrico de extensão associado à rotação da perna na atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral oblíquo e na força do músculo quadríceps da coxa no Leg Press em indivíduos com disfunção fêmoro patelar.** Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2000.

ANDRADE, P. et al. Análise comparativa do exercício isométrico de extensão da perna eletroestimulação no vasto medial oblíquo aferida pela eletromiografia. **Cadernos**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 30-38, jan/mar. 2004.

ALBERTINI, R. et al. Análise eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral após eletroestimulação do músculo vasto medial: estudo preliminar. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 5, n. 1, jan/jun. 2001.

AMORIN, L. J. et al. Análise eletromiográfica durante o movimento de pega de objetos para atividades de vida diária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 66-70.

AZEVEDO, C. C. F. et al. Resposta eletromiográfica durante o alongamento passivo estático: uma análise preliminar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 340-343.

BARBOSA, F. S. S.; GONÇALVES, M. Interpretação eletromiográfica da fadiga dos músculos eretores da espinha através da análise espectral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 141-145.

BARROS, R. M. L. et al. Análise de marcha: protocolo experimental a partir das variáveis cinemáticas e antropométricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 54-57.

BASMAJIAN, J. V.; DE LUCA, C. J. **Muscle alive: their revealed by electromyography.** 5. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.

BOARO, S. N. et al. Estudo eletromiográfico do músculo bíceps braquial. **Revista Brasileira de Ciência e Morfologia**, v. 10, n. 2, p. 23-29, jul/dez. 1993.

CABRAL et al. Atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral longo durante exercícios isométricos e isotônicos. **Rev. Fisioter. Univ. São Paulo**, v. 5, n. 2, p. 97-103, jul/dez. 1998.

CAMARGO, D. F. et al. **Análise do músculo reto abdominal.** Dissertação (Pós-Graduação em Musculação e Treinamento da Força) - Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, 1987.

CAMPOS, Í. S. L.; RIBEIRO, L. C. S. **Biofeedback eletromiográfico: uma correlação entre resposta de relaxamento muscular e o estado de ansiedade em mulher praticante de hidroginástica.** Disponível em: <<http://www.personal-training.com.br/bioansiedade.html>>. Acesso em: 16 de Out. 2005.

CARDOSO, A. C.; GONÇALVES, M. Determinação do limiar de fadiga eletromiográfica dos músculos eretores da espinha através da combinação de quatro porcentagens de carga. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 310-313.

CARDOSO, J. R. **Biofeedback aplicado em ambiente aquático e protocolos de Hidroterapia em Ortopedia.** São Paulo, 2001. Apostila.

CARDOSO, J. R. et al. Comparação da atividade eletromiográfica durante o movimento padrão do ciclismo em cicloergômetro padrão e aquático. **Fisioterapia Brasil**, v. 5, n. 5, p. 337-343, set/out. 2004.

CARVALHO, M. M. et al. Avaliação Eletromiográfica de músculos da cintura escapular e braço

- durante a realização de exercícios proprioceptivos com a bola em cadeia cinética fechada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 252-255.
- COQUEIRO, K. R. R. et al. Efeito do exercício de agachamento com e sem adução do quadril na atividade elétrica do músculo vasto medial oblíquo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 323-326.
- CORRÊA, J. C. F. et al. Análise Eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral durante a marcha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 3-6.
- COWAN, S. M. et al. Simultaneous feed forward recruitment of the vasti in untrained postural tasks can be restored by physical therapy. **Journal of Orthopedic Research**, v. 21, p. 553-558, jun. 2002.
- DANKAERTS, W. et al. Reability of EMG measurements for trunk muscles during maximal and sub-maximal voluntary isometric contractions in healthy controls and CBLP patients. **J. Electromyogr. Kinesiol.**, v. 14, n. 3, p. 333-342, jun. 2004.
- DELUCA, C. J. et al. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, p. 135-163, 1997.
- DRAPER, V. Electromyographic biofeedback and the recovery of quadriceps femoris function muscle following anterior cruciate ligament surgery. **Phys. Ther.**, v. 70, p. 11-17, 1990.
- FALLA, D. et al. Spatial dependency of trapezius muscle activity during repetitive shoulder flexion. **J. Electromyogr. Kinesiol.**, May, 2006. Article in Press.
- FARINA, D. et al. Assessment of average muscle fiber conduction velocity from surface EMG signals during fatiguing dynamic contraction. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 51, n. 8, p. 1383-1393, Aug. 2004.
- FONSECA, S. T. da et al. Análise de um método eletromiográfico para quantificação de co-contracção muscular. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v. 9, n. 3, p. 23-30, jul. 2001.
- FORNARI, M. C. S. et al. Estudo das respostas eletromiográficas durante exercícios terapêuticos para o tratamento de lombalgia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 111-114, jun. 2003.
- FREITAS, V. et al. Estudo eletromiográfico das porções superior e inferior do músculo trapézio na circundação e oscilação pendular do braço. **Revista Brasileira de Ciência e Morfologia**, v. 5, n. 1, p. 35-39, jan/jun. 1988.
- FREITAS, V. et al. Estudo eletromiográfico das porções superior e inferior do músculo trapézio em movimentos livres do ombro. **Revista Brasileira de Ciência e Morfologia**, v. 4, n. 1, p. 21-26, jan/jun. 1987.
- FURLANI, J. et al. Estudo eletromiográfico dos músculos peitoral maior serrátil anterior e grande dorsal em movimentos de remo a seco. **Revista Brasileira de Ciência e Morfologia**, v. 4, n. 1, p. 40-44, jan/jun. 1987.
- GARCIA, M. A. C. et al. Comportamento temporal da velocidade de condução de potenciais de ação de unidades motoras sob condições de fadiga muscular. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, v. 10, n. 4, p. 299-303, jul/ago. 2004.
- GONÇALVES, A. et al. Atividade eletromiográfica dos músculos bíceps braquial e braquiorradial sob influência de alongamento estático após exercícios exaustivos. **Bioscience Journal**, v. 18, n. 2, p. 362-367, dez. 2002.
- GONÇALVES, M. Análise eletromiográfica da fadiga muscular durante teste de levantamento manual de carga. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 75-78.
- GROSSI, A. et al. Análise funcional dos estabilizadores patelares. **Acta Ortop. Bras.**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 99-104, abr/jun. 2004.
- HOGREL, J. Y. et al. Variability of some SEMG parameter estimates with electrode location. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 8, p. 305-315, 1998.
- LOPES, A. D. et al. Análise eletromiográfica durante a pedalagem em dois modelos de bicicleta estacionária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 123-127, 2003.
- MANDRILE, F. et al. Stimulation Artifact in Surface EMG Signal: Effect of the Stimulation Waveform, Detection System, and Current Amplitude Using Hybrid Stimulation Technique.

IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, v. 11, n. 4, p. 407-415, dez. 2003.

MARSON, R. A.; GONÇALVES, M. Efeito do treinamento isométrico no limiar de fadiga eletromiográfico do músculo semitendinoso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 314-317.

MORAES, A. C. et al. Resposta eletromiográfica do músculo iliocostal lombar durante os movimentos de flexão e extensão do tronco na posição sentada. **Revista Brasileira de Atividade Física Saúde**, v. 6, n. 2, p. 47-53, 2001.

MOTA, C. B. et al. Análise biomecânica de um portador de hemiplegia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 334-336.

OTA, D. K. et al. Estudo eletromiográfico do recrutamento muscular durante os exercícios de abdominais convencionais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 173-177.

PÁSSARO, A. C. et al. Atividade eletromiográfica do bíceps da coxa associados ao torque flexor e extensor de joelhos com reconstrução do ligamento cruzado anterior. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 305-309.

PASSOS, F. F. et al. Estudo morfológico e eletromiográfico dos músculos adutor longo e vasto medial (fibras oblíquas) durante exercícios em cadeia cinética aberta e fechada, com e sem adução de quadril. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v. 11, p. 347-353, jul/set. 2003.

PORTNEY, L. G.; ROY, S. H. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa, In: O'SULLIVAN, S. B.; SCHIMITZ, T. J. **Fisioterapia, avaliação e tratamento**. 4. ed. São Paulo: Manole, 2004.

ROCHA, P. H. et al. Detorflex: amplificador de biopotencial eletromiográfico flexível. In: FÓRUM NACIONAL DE CIÊNCIA DE TECNOLOGIA EM SAÚDE, 3., 1996, São Carlos. **Anais...** p. 21-22. São Carlos: [s.n.], 1996.

ROTGER, I. S. R. et al. Avaliação eletromiográfica de membros superiores durante atividades de vida diárias em pacientes com fibromialgia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 245-248.

SILVA, E. et al. Análise da dinâmica da resposta da frequência cardíaca e da eletromiografia de superfície durante exercícios isométricos máximos de flexão do cotovelo e do joelho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 371-374.

SILVA, S. R. D.; GONÇALVES, M. Análise da fadiga muscular pela amplitude do sinal eletromiográfico. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v. 11, n. 3, p. 15-20, jul/set. 2003.

SILVA, S. R. D. et al. Análise eletromiográfica da fadiga muscular em exercício isotônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 10., 2003. **Anais...** [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 111-117.

SODERBERG, G. L. et al. A guide for use and interpretation of kinesiological electromyographic data. **Physical Therapy**, v. 80, n. 5, p. 485-498, mai. 2000.

STAUDE, G. et al. Objective motor response onset detection in surface myoelectric signals. **Medical Engineering & Physics**, v. 21, p. 449-467, jul. 1999.

TASSI, N. et al. Estudo eletromiográfico da porção superior dos músculos trapézio e grande dorsal em movimentos livres de braço. **Revista Brasileira Ciências e Morfologia**, v. 11, n. 2, p. 189-198, jul/dez. 1994.

WATANABE, S. et al. Electromyographic activity of select trunk muscles during bicycle ergometer exercise and walking. **Electromyogr. Clin. Neurophysiol.**, v. 46, n. 5, p. 311-315, Sep. 2006.

*Recebido em 16 de maio de 2006
Versão atualizada em 9 de junho de 2006
Aprovado em 4 de julho de 2006*