

POTENCIAIS PROPAGANTES NO MÚSCULO OBLÍQUO INTERNO POR ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE: UM ESTUDO DE CASO

M. R. Rodrigues*, D. B. Fonseca**, R. G. T. Mello****, T. M. M. Vieira***** e L. F. Oliveira***

*Programa de Engenharia Biomédica, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

**Escola de Educação Física e Desportos (EEFD), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

***Departamento de Educação Física e Esportes (DEFE), Escola Naval, Marinha do Brasil, Rio de Janeiro, Brasil

****Laboratorio di Ingegneria del Sistema Neuromuscolare (LISiN), Politecnico di Torino, Torino, Italy

e-mail: marcellerodrigues@peb.ufrj.br

Resumo: A eletromiografia de alta densidade (HD-EMG) tem se mostrado como uma técnica eficiente para a identificação de unidades motoras, propagação e velocidade de condução de potenciais de ação de um determinado músculo. Sendo uma técnica de detecção superficial, sinais de músculos profundos são de difícil interpretação. O objetivo deste estudo foi identificar o potencial da técnica de HD-EMG em detectar a propagação de potenciais de ação do músculo Oblíquo Interno, profundo ao músculo Oblíquo Externo. O sinal eletromiográfico foi obtido em um indivíduo jovem e saudável durante uma rotação do tronco em decúbito dorsal. Os eletromiogramas foram registrados de forma monopolar por meio de uma matriz de 64 canais posicionada sobre o abdômen. Foram calculados os respectivos sinais diferenciais na direção correspondente à orientação das fibras do músculo Oblíquo Interno. Potenciais propagantes foram identificados e representados em mapa de cores. A eletromiografia de superfície de alta densidade mostrou-se promissora como uma técnica para o estudo da propagação de potenciais de músculos profundos.

Palavras-chave: Eletromiografia de alta densidade, músculo Oblíquo Interno, Propagação de potencial de ação.

Abstract: High Density Electromyography (HD-EMG) can be an efficient technique for the identification of propagation and conduction velocity of the motor units action potentials of a given muscle. As a technique for superficially detecting muscle activation, signals from deep muscles are difficult to be interpreted. The aim of this study was to identify the potential of HD-EMG technique to detect the propagation of action potentials of the Internal Oblique muscle, which lies deep to the External Oblique one. The electromyographic signal was obtained in a young and healthy men during a trunk

rotation in the supine position. The electromyograms were recorded with an array of 64 electrodes positioned on the abdomen. The acquisition was in a monopolar configuration and the differential signals were calculated in the direction corresponding to the orientation of the Internal Oblique muscle fibers. Propagating potentials were identified and represented in a color map. The surface HD-EMG proved to be promising technique for studying the propagation of action potentials of deep muscles.

Keywords: High-density electromyography, Internal Oblique muscle, Propagation of action potential.

Introdução

A eletromiografia de alta densidade (*high-density electromyography*, HD-EMG) é uma técnica que consiste em detecção da atividade muscular em vários pontos de um mesmo músculo, possibilitando a análise da distribuição da ativação na superfície deste durante uma determinada tarefa. Através de diferentes técnicas de processamento, é possível identificar a zona de inervação e a velocidade de condução dos potenciais de ação [1].

A HD-EMG vem sendo utilizada em músculos superficiais, como o Gastrocnêmio e o Trapézio [2], porém, para estudos em músculos mais profundos como, por exemplo, o Oblíquo Interno, esta técnica ainda é pouco explorada. A arquitetura muscular dos oblíquos oferece uma boa condição para a exploração do potencial desta técnica na detecção de ativação em músculos profundos. O músculo Oblíquo Externo é superficial e tem suas fibras orientadas da região superior e lateral do abdômen para a inferior e medial, enquanto o Oblíquo Interno apresenta orientação aproximadamente ortogonal. A hipótese do presente estudo foi de que é possível identificar a propagação de

potenciais de ação na direção das fibras do Oblíquo Interno com eletromiogramas superficiais.

O objetivo do presente trabalho foi detectar potenciais propagantes no músculo Oblíquo Interno por meio de eletromiografia de superfície de alta densidade.

Materiais e métodos

Participou como voluntário para este trabalho um adulto jovem e saudável do sexo masculino (idade 18 anos, massa 75 kg e estatura 180 cm). O protocolo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (CEP/HUCFF, nº 127/13) e o voluntário assinou o termo de consentimento livre e esclarecido.

Protocolo experimental – O voluntário foi posicionado em decúbito dorsal com os quadris e os joelhos fletidos, mantendo os joelhos em posição aproximada de 90°. Foi orientado a realizar uma rotação de tronco para a direita até atingir a amplitude máxima, e manter a posição com uma contração isométrica máxima por 10 s.

Eletromiografia de alta densidade – Uma matriz de 64 eletrodos (4 colunas com 13 linhas, 1 coluna com 12 linhas, distância intereletrodo 8 mm; LISiN, Itália) foi posicionada no lado direito do abdômen, com a borda medial sobre o limite anatômico entre os músculos reto do abdômen e oblíquo externo. A borda superior da matriz foi posicionada abaixo da última costela (Figura 1).

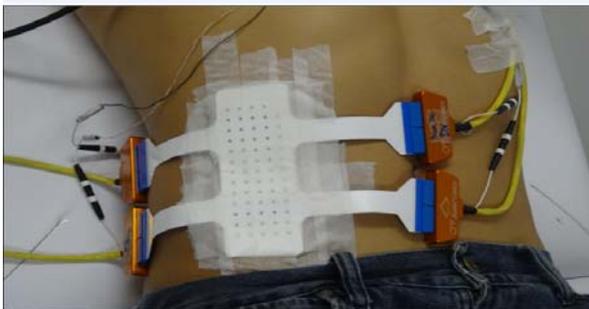


Figura 1: Posicionamento da matriz de 64 eletrodos sobre o abdômen.

Antes da colocação da matriz, a pele foi preparada por raspagem e limpeza com pasta abrasiva. Os eletromiogramas foram amplificados com ganho 5000 por um amplificador com largura de banda 10-500 Hz (EMG-USB2, OTBioelettronica, Itália). Os sinais foram amostrados em 2048 amostras/s por um conversor A/D de 12 bits, em configuração monopolar.

Análise dos dados – Inicialmente, foi feito o mapeamento dos eletrodos da matriz para que os canais fossem organizados e visualizados corretamente. Quatro sinais diferenciais foram calculados por subtrações sucessivas seguindo a orientação correspondente à direção aproximada das fibras do músculo Oblíquo Interno em um ângulo de 45° (Figura 2). Foram consideradas somente as linhas com 5 eletrodos, para

que fosse possível calcular 4 sinais diferenciais (Figura 2). Os sinais foram filtrados nos sentidos direto e reverso por um filtro passa-banda digital Butterworth de 4ª ordem com frequências de corte 15 e 350 Hz, para atenuar possíveis artefatos de movimento e ruídos de alta frequência. Foi feita uma inspeção visual em janelas de 100 ms buscando identificar potenciais compatíveis com a propagação ao longo do músculo Oblíquo Interno. O critério para considerar um potencial como propagante foi a observação de potenciais diferenciais similares em forma, a partir de um potencial de baixa amplitude compatível com uma zona de inervação. Adicionalmente, foi gerado um mapa de cores para representar os potenciais monopolares em cada um dos eletrodos da matriz.



Figura 2: Matriz de 64 eletrodos com a orientação correspondente à direção das fibras musculares do músculo Oblíquo Interno. Esta orientação foi utilizada para calcular 4 sinais diferenciais sucessivos de cada uma das 8 linhas.

Resultados

Observando os sinais diferenciais, foi possível constatar a presença de potenciais propagantes e uma zona de inervação ao longo das linhas analisadas (Figura 3). Pode-se perceber também que não houve uma defasagem compatível com uma velocidade de propagação fisiológica, pois o mesmo potencial propagante apresentou-se em fase ao longo da linha considerada. Portanto, as fibras musculares não estavam totalmente alinhadas com as direções escolhidas para o cálculo dos potenciais diferenciais.

O mapa de cores confirmou a localização da zona de inervação em relação ao músculo Oblíquo Interno. A Figura 4 mostra instantes de potenciais monopolares e suas propagações bilaterais na direção das fibras musculares.

Discussão

A eletromiografia de superfície é uma importante ferramenta em estudos do sistema neuromuscular. A aquisição de sinais na configuração bipolar é a mais utilizada, porém, os sinais devem ser interpretados com cautela, uma vez que representam a ativação de parte do músculo coberta pelos eletrodos. A eletromiografia de alta densidade, por apresentar um volume de detecção maior, permite a estimativa da velocidade de condução [3], identificação da zona de inervação [4] e estudo da ativação regional [5].

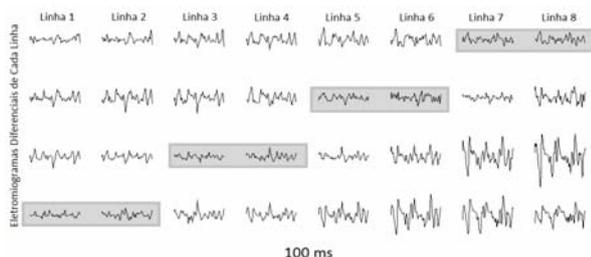


Figura 3: Potenciais diferenciais ao longo das fibras do músculo oblíquo interno em cada linha diagonal de 45° da matriz de eletrodos. As áreas em cinza representam locais próximos da zona de inervação.

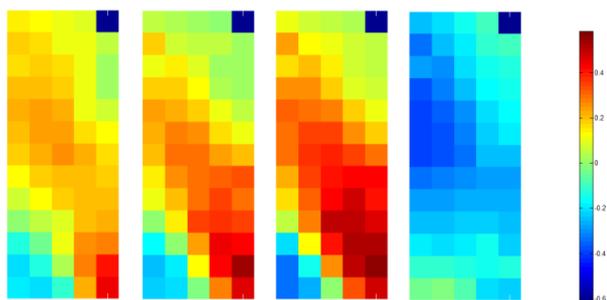


Figura 4: Mapa de cores mostrando a propagação dos potenciais monopolares (da esquerda para a direita) ao longo do músculo oblíquo interno.

De modo a investigar a ativação regional do músculo superficial Oblíquo Externo, Mirka et al. [5] realizaram um estudo com 9 indivíduos que efetuaram rotação e flexão do tronco em diferentes níveis de contrações isométricas submáximas. Para a aquisição dos eletromiogramas, foram utilizados eletrodos de superfície em configuração bipolar, em cinco locais diferentes sobre os músculos Oblíquos Externos direito e esquerdo. Os resultados mostraram diferença de ativação de acordo com a postura, com diferença significativa ($p < 0,05$) na ativação regional para cada postura de tronco.

Os resultados apresentados por Mirka et al. [5] devem ser vistos com cautela, pois os eletromiogramas captados por eletrodos de superfície podem conter sinais oriundos do músculo Oblíquo Interno. Esse tipo de contaminação, chamado de crosstalk, pode causar erros de interpretação da função muscular baseada em EMGs.

Estudos que utilizam EMG de superfície no modo bipolar, tanto para analisar músculos superficiais, como o OE, quanto para músculos mais profundos, como o OI, requerem cuidados. Boccia e Rainoldi [6] concluíram que para os músculos OE e OI é possível sugerir um local adequado para o posicionamento de um par de eletrodos, sendo respectivamente, paralela a linha que se estende do ponto mais inferior da margem costal até o tubérculo púbico, e 2 cm abaixo do ponto mais proeminente da espinha ilíaca ântero superior, medial e superior ao ligamento inguinal inclinado inferomedialmente 6° para a horizontal.

Jassi [7] também analisou o músculo Oblíquo Interno, e utilizou a configuração bipolar, posicionando os eletrodos 2 cm abaixo e medialmente a espinha ilíaca ântero-posterior. No estudo de Jassi [7], os voluntários realizaram testes físicos funcionais para avaliar a estabilização lombo-pélvica e o início de ativação muscular dos músculos Transverso do Abdômen, do Oblíquo Interno e dos Multifídeos Lombares obtendo, como resultado, uma ativação do Transverso e do Oblíquo Interno prévia à do Multifídeo no movimento rápido de flexão de tronco. Estes resultados, a respeito da importância do tema, devem ser aceitos com restrições, uma vez que não é possível identificar com clareza a ativação dos Oblíquos e Transverso em um trecho de sinal com possível nível elevado de cross talk.

Os dados apresentados no presente estudo mostraram que é possível detectar potenciais propagantes em músculos profundos, como o Oblíquo Interno, utilizando a HD-EMG. Estes resultados abrem novas possibilidades para estudos clínicos e cinesiológicos aplicados à reabilitação e condicionamento físico.

A técnica de eletromiografia de superfície de alta densidade foi capaz de detectar potenciais propagantes no músculo Oblíquo Interno, mesmo sendo ele um músculo de segunda camada do abdômen.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pelas agências CAPES-Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CNPq-Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e FAPERJ-Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro.

Referências

- [1] Garcia MAC, Vieira TMM. Surface electromyography: why, when and how to use it. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2011; 4:17–28.
- [2] Itiki C, Furuie SS, Merletti R. Compression of high-density EMG signals for trapezius and gastrocnemius muscles. *Biomedical Engineering Online*. 2014; 13:25.
- [3] Gallina A, Ritzel CH, Merletti R, Vieira TM. Do

- surface electromyograms provide physiological estimates of conduction velocity from the medial gastrocnemius muscle? *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2013; 23:319-25.
- [4] Saitou K, Masuda T, Michikami D, Kojima R, Okada M. Innervation zones of the upper and lower limb muscles estimated by using multichannel surface EMG. *Journal of Human Ergology*. 2000; 29:35-52.
- [5] Mirka G, Kelaher D, Baker A, Harrison A, Davis J. Selective activation of the external oblique musculature during axial torque production. *Clinical Biomechanics*. 1997; 12:172-80.
- [6] Boccia G, Rainoldi A. Innervation zones location and optimal electrodes position of obliquus internus and obliquus externus abdominis muscles. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 24 (2014) 25–30.
- [7] Jassi FJ. Análise do comportamento eletromiográfico dos músculos estabilizadores primários e a relação com a capacidade física funcional de indivíduos assintomáticos [dissertação]. Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita; 2010.