



**Universidade Fernando Pessoa**

**Faculdade de Ciências da Saúde**

**Licenciatura em Fisioterapia**

**Ano Lectivo 2013/2014**

**4º Ano**

**Projecto e Estágio Profissionalizante II**

# **Activação Electromiográfica da Porção Descendente do Trapézio Superior na Elevação do Ombro no Plano da Escápula**

Cristina Moreira

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde – UFP

[23971@ufp.edu.pt](mailto:23971@ufp.edu.pt)

Sandra Rodrigues

Escola Superior de Saúde – UFP

[Sandrar@ufp.edu.pt](mailto:Sandrar@ufp.edu.pt)

Porto, Maio de 2014

## **Resumo**

O estudo realizado tem como objectivo descrever possíveis diferenças existentes na ativação muscular entre gêneros no músculo trapézio superior, porção descendente, com base em diferenças morfológicas e histológicas, através de EMG de superfície, no movimento de elevação no plano da escápula tendo como referência o deltoide anterior. Dezoito indivíduos, onze do sexo feminino e sete do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 18 e 30 ( $26.06 \pm 4.75$ ), participaram no estudo.

Relativamente aos participantes do sexo masculino, a porção descendente do trapézio superior ativou em média 22.95ms ( $\pm 44.45$ ms) após o deltoide anterior e os indivíduos do sexo feminino ativaram-no 125.91ms ( $\pm 135.48$ ms) após o deltoide anterior. Os resultados obtidos são estatisticamente significativos, sugerindo a existência de um diferente padrão de activação muscular entre gêneros na porção descendente do trapézio superior.

Palavras chave: sEMG, gênero, trapézio superior

## **Abstract**

The aim of the study was to describe possible differences in muscle onset between genders with sEMG, in the upper trapezius muscle, descending portion, during dynamic scapular elevation, using as reference the anterior deltoid muscle. Eighteen subjects participated in the study, seven male and eleven female. The results indicated that the male mean activation occurred sooner than their female counterparts. The onset of the upper trapezius took place 22.95ms after anterior deltoid muscle in male participants and 125.95ms on the female participants. The results were statistical significant, suggesting that a different pattern of muscle activations between genders do exist.

Keywords: surface EMG, gender difference, onset

## Introdução

O trapézio é considerado o maior e mais superficial músculo da cintura escapular (Holtermann, Gronlund, Stefan Karlsson e Roeleveld, 2008) sendo apontado como relevante na função de estabilizador dinâmico no decorrer dos movimentos do ombro e na sua relação com o torax (Jensen e Westgaard, 1995). Encontra-se descrito na bibliografia que o músculo trapézio é, a par do serrátil anterior, um músculo primário na rotação superior da escápula e estabilizador da escápula, bem como atuante na redução da ação reversa do deltoide na rotação inferior da escápula (Phadke, Camargo e Ludewig, 2009). Por sua vez, alterações na atividade muscular do trapézio são associadas a patologias do ombro como sendo a síndrome de impingement (Phadke, Camargo e Ludewig, 2009). Autores como Szucs e Borstad (2013), referem que as mulheres são mais susceptíveis a desenvolver mialgia do trapézio e desordens musculares do que os homens, uma vez que apresentam, em regra, uma proporção de fibras tipo I maior que do tipo II. As fibras tipo I, apesar de resistentes à fadiga, aumentam a possibilidade de sobreuso (Cote, 2012). Em termos funcionais, o trapézio é dividido em trapézio inferior, ativo na rotação superior da escápula e depressão da mesma, trapézio médio, que para além de um importante adutor da escápula é também estabilizador e contribui para a diminuição da translação lateral da escápula, induzida pela atividade do serrátil anterior, (Phadke, Camargo e Ludewig, 2009) enquanto o trapézio superior contribui para a elevação da escápula, elevação e retração da clavícula na articulação esterno-clavicular durante o movimento de abdução (Phadke, Camargo e Ludewig, 2009) e apresenta um relevante componente de rotação superior da escápula (Reed, Cathers, Halaki e Ginn, 2013). Estudos demonstram que o trapézio superior apresenta características morfológicas e histológicas não uniformes (Falla, Arendt-Nielsen e Farina, 2008, Falla e Farina, 2008) por existirem preferencialmente fibras largas na composição da porção inferior do trapézio superior (Lindman et AL. *cit in* Falla e Farina (2008), originando a subdivisão deste, em porção clavicular e porção descendente (Falla, Arendt-Nielsen e Farina, 2008, Holtermann et al., 2009) sendo que estas subdivisões anatómicas podem ter uma ativação independente. Os neurónios motores que o enervam recebem diferentes inputs sinápticos que dependem da localização das fibras musculares necessárias para produção de uma determinada

força/ação podendo influenciar as diferentes ações da escápula (Holtermann, Gronlund, Stefan Karlsson e Roeleveld, 2008). Estes argumentos são também baseados na orientação distinta encontrada das suas fibras musculares, pelo que as fibras do trapézio que se localizam acima de C7 têm um grau de orientação descendente maior do que as que se encontram abaixo deste segmento, numa diferença de aproximadamente 6° (Johnson, Bogduk, Nowitzke e House, 1994, Holtermann, Grönlund, Stefan Karlsson e Roeleveld, 2008).

É descrito por (Shultz e Perrin, 1999) que existem diferentes respostas no padrão de recrutamento muscular entre gêneros, nomeadamente por existirem propriedades mecânicas e características hormonais distintas que exercem influência nos mecanismos de ativação muscular. Atividade divergente de agonistas e sinergistas entre gêneros ao realizar uma atividade isométrica no ombro foi descrita por Anders et al. (2004). A título de exemplo, os homens apresentaram uma amplitude de sinal mais elevada no trapézio superior e inferior durante os movimentos de flexão no plano sagital em comparação com as mulheres, tendo as mulheres apresentado valores superiores para as duas porções estudadas, no movimento de abdução horizontal. O mesmo se verificou no músculo serrátil anterior, em que o nível de ativação foi, em comparação, superior nos homens no movimento de flexão e abdução, tendo apresentado as mulheres níveis superiores para o mesmo músculo na extensão (plano sagital) e adução (Anders et al., 2004). Segundo os autores, os homens apresentaram uma ativação superior nos músculos que atuam no respectivo movimento (agonistas) em comparação com as mulheres. Cote (2012), refere a existência de uma maior capacidade de resistência nas mulheres numa tarefa de força, possivelmente relacionada com o tipo de fibra muscular, resultado também obtido por (Semmler, Kutzscher e Enoka, 1999) nos músculos flexores do cotovelo (Biceps braquial, braquiradial e braquial anterior) em contrações isométricas. Embora sem referir a existência de diferenças de concentração dos tipos de fibras entre homens e mulheres, Staron et al. (2000) demonstrou a existência de diferenças na área seccional de fibras tipo I, IIA e IIB entre gêneros no músculo vasto lateral. Gerdle et al. (2000) Identificou diferenças na quantidade de fibras tipo I entre gêneros para o mesmo músculo, através de biópsia.

Inversamente às afirmações de Cote (2012), as diferenças histológicas existentes entre gêneros sugerem que no trapézio as mulheres apresentam um maior número de fibras tipo II e uma área seccional menor dessas fibras em comparação com os homens (Lindman et al., 1991, *cit in* Semmler, Kutzscher e Enoka (1999), assim como, um

nível de conexão funcional distinto entre as suas subdivisões (Johansen et al., 2013). Elcadi, Forsman e Crenshaw (2011) verificou que as mulheres demonstraram uma atividade electromiográfica distinta dos homens em contrações mantidas, ao apresentarem uma amplitude de sinal maior, possivelmente através do recrutamento de mais unidades motoras comparativamente aos homens, bem como um maior consumo de O<sub>2</sub>. Diferentes estratégias entre gêneros ocorreram no trapézio superior tendo as mulheres um nível de ativação mais elevado durante a realização de uma tarefa repetitiva (construir/montar uma caixa de papelão), de acordo com Johansen et al. (2013) bem como, estratégias de coordenação distintas na manutenção de contrações isométricas nos planos frontal, sagital e horizontal (Anders et al., 2004). No entanto, Ge, Arendt-Nielsen, Farina e Madeleine (2005), concluíram que as mulheres tiveram uma adaptação menos eficiente que os homens (estes recrutaram mais unidades motoras), quando realizada a contração isométrica de 3 minutos durante um estímulo doloroso, não obstante numa condição sem dor, exibirem uma maior resistência à fadiga durante o movimento excêntrico da elevação do ombro do que os homens (Nie, Arendt-Nielsen, Kawczynski e Madeleine, 2007). O mesmo foi concluído por Falla, Arendt-Nielsen e Farina (2008), que verificaram que o acréscimo de ativação de fibras musculares adicionais em contrações isométricas de 1 minuto determinaram um aumento de amplitude de sinal nos homens, não tendo sido observado o mesmo nas mulheres, o que levou a concluir que os homens utilizam estratégias de ativação diferentes em condições dolorosas, no trapézio superior.

Este trabalho procura, através dos fenômenos bioelétricos que ocorrem na superfície da pele associados à atividade muscular (Zhou, Chen, Ma e Zheng, 2011), estudar eventuais diferenças existentes no *onset* entre gêneros na porção descendente do trapézio superior no movimento de abdução no plano da omoplata com base nas diferenças histológicas existentes entre gêneros (Lindman et al., 1991 *cit in* Elcadi, Forsman e Crenshaw (2011) em comparação com o início de atividade do músculo deltoide anterior. O deltoide anterior e o trapézio superior foram selecionados para o estudo por serem músculos primários na abdução do braço e rotação superior da escápula, respectivamente (Minning, Eliot, Uhl e Malone, 2007).

## Método

### Variáveis em estudo

Dependente: Onset electromiográfico dos músculos trapézio superior

Independente: Gênero masculino e gênero feminino

### Participantes

O presente estudo foi realizado com a aprovação da Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa, tendo-se voluntariado para participar 18 indivíduos, 11 do sexo feminino e 7 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 18 e 30 anos (Tabela 1). Todos os participantes foram convidados a assinar o formulário de consentimento informado, declarando por escrito a sua aceitação em participar. Todo o procedimento foi realizado em concordância com a declaração de Helsínquia, tendo os participantes sido informados antecipadamente sobre o mesmo e sobre compromisso de honra de confidencialidade relativamente aos dados obtidos.

Os critérios de inclusão englobam a capacidade de realizar toda a amplitude do movimento de elevação no plano da escápula, a não existência de história de patologia e/ou cirurgia no membro superior e coluna cervical nos últimos 2 anos e nunca terem recebido tratamento fisioterapêutico na região supracitada. Os critérios de exclusão incluem patologia corrente do ombro e cervical, história de traumatismo, pós-cirúrgico ou algia aguda.

**Tabela 1.** Dados demográficos dos participantes incluídos.

n=18		Média ± Desvio Padrão
Idade (anos)		26.06 ± 4.75
Género/Idade (anos)	Feminino, n=11	25,45± 4.967
	Masculino, n=7	27,00± 4.583

## **Materiais**

Os materiais utilizados no estudo englobam acessórios de tratamento da pele, como sendo gaze, álcool, máquina de barbear, material para posicionamento dos participantes, cadeira do dinamômetro isocinético e faixas de fixação. Para captação de sinal foram utilizados eléctrodos de conexão standart metálica Ag/Cl descartáveis e o software BiopluxResearch, cuja captação e digitalização de sinal é realizada através de sensores localizados sobre a pele. Os canais utilizados são de 12 bit, com frequência de amostragem de 1000Hz. Foi utilizado um metrônomo e um laser para direcionar o movimento através de uma faixa preta localizada verticalmente na parede.

## **Procedimento**

Cada músculo foi palpado, identificado e o teste comportamental aplicado de forma a selecionar o local de aplicação dos eléctrodos de superfície. A pele foi previamente inspecionada para a verificação da existência de pelos e sempre que necessário os pelos foram removidos com o auxílio de uma máquina de barbear (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug e Rau, 2000). Posteriormente a área era preparada recorrendo a uma gaze embebida em álcool para redução da sua impedância. Para captação de sinal foram utilizados eléctrodos de conexão standart metálica Ag/Cl descartáveis colocados sobre o ventre muscular dos músculos avaliados. O eléctrodo da porção descendente do trapézio superior foi colocado no ponto intermédio ao longo da linha do trapézio entre a apófise espinhosa de C7 e o bordo lateral do acrômio, sendo os eléctrodos colocados no deltoide anterior posicionados no ponto médio do ventre muscular entre a tuberosidade do deltoide e o bordo lateral do acrômio (Szucs e Borstad, 2013). O eléctrodo de referência foi colocado sobre uma superfície óssea, o olecrâneo. Os eléctrodos de superfície foram posicionados paralelamente às fibras musculares sendo a distância entre eléctrodos de 2 cm. Os participantes permaneceram sentados na cadeira do dinamômetro isocinético, com o assento regulado em altura de modo a que todos os participantes estivessem posicionados uniformemente, com o tronco estabilizado através de faixas, ao nível de cintura escapular e cintura pélvica. Com os braços ao lado do tronco em posição anatômica, foram instruídos para realizar o movimento de abdução no plano da

omoplata (40° plano coronal), com o antebraço posicionado entre a supinação e pronação de forma a que a apófise estilóide se encontrasse superiormente, dos 0° aos 160° graus. O recurso a um metrônomo foi utilizado para periodização do movimento e um laser utilizado para direcionar o movimento através de uma faixa preta localizada verticalmente na parede. Foi solicitado a cada participante que realizasse o movimento 3 vezes, com um repouso de 1 minuto entre repetições. Cada participante realizou o movimento previamente à avaliação de forma a permitir a familiarização com o protocolo.

Foi utilizado computador pessoal para captação dos dados, sendo a análise do Onset (início da atividade muscular) realizada no programa Matlab R2014a, com dois desvios padrões acima da média de repouso (Szucs e Borstad, 2013), pelo critério matemático e critério visual. O processamento foi realizado off-line. As figuras 1.1 e 1.2 permitem ilustrar este mesmo procedimento.

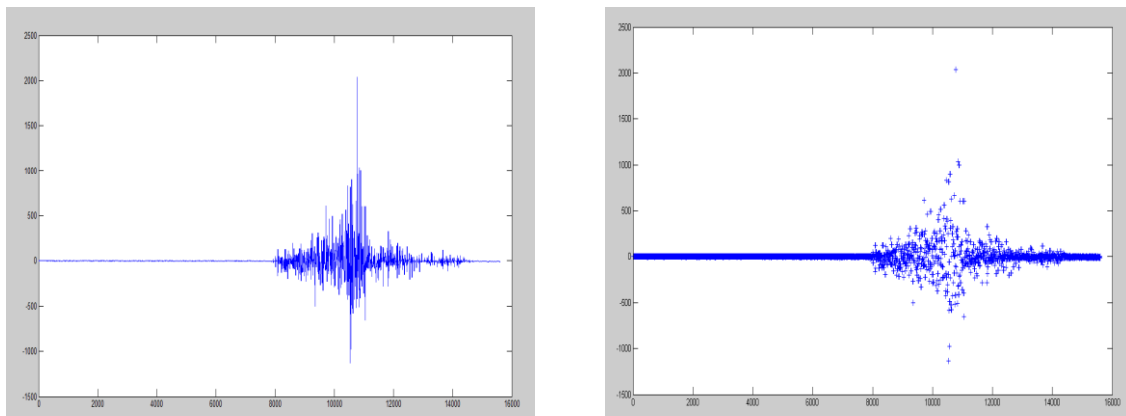


Figura 1 Traçado electromiográfico do músculo deltoide anterior. 1.1 Antes do procedimento de indentificação do onset 1.2. Depois do procedimento de indentificação do onset.

### **Análise Estatística**

Para cada participante do presente estudo a média das 3 repetições foi calculada e foi feita a análise da normalidade da distribuição, tendo-se verificado que os dados do estudo e não apresentam uma distribuição normal, e por esse mesmo motivo foram estatisticamente tratados através do teste não paramétrico para comparação de médias de amostras independentes, Mann-whitney *U* Test, para um  $\alpha=0,05$  analisados através

do Software Statistical Package for Social Sciences (SPSS), versão 22.0.0.0., sendo também utilizadas medidas de tendência central e de dispersão.

## Resultados

Os resultados obtidos no nosso estudo, tendo como referência o deltoide anterior – *primer mover* para o movimento descrito, mostraram que a porção descendente do trapézio superior ativou em média 85.87 ms (Desvio Padrão (DP)=119.00 ms) após a ativação do deltoide anterior. Os participantes do sexo masculino ativaram-no em média 22.95 ms após o deltoide anterior (DP= 44.45), enquanto que os indivíduos do sexo feminino ativaram o trapézio superior 125.91 ms (DP= 135.48) depois do deltoide anterior. Este aparente atraso no onset nas mulheres apresenta significância estatística com um  $p=0,02$ , como se pode ver pela análise da tabela 2.

**Tabela 2.** Comparação do onset (ms) do músculo trapézio superior (porção descendente) entre gêneros

Gênero	Média $\pm$ Desvio Padrão	Mínima	Máxima	<i>p</i>
Masculino	22.95 $\pm$ 44.45	-36.67	67.33	
Feminino	125.91 $\pm$ 135.48	-17.33	485.33	0.02
Global	85.87 $\pm$ 119.00	-36.67	485.33	

## Discussão

Este estudo faz uma descrição da ativação muscular da porção descendente do trapézio superior entre gêneros, no movimento de abdução dinâmica no plano da escápula, com base em diferenças histológicas e fisiológicas. Embora tenha sido anteriormente demonstrado que as mulheres apresentam no trapézio mais fibras do tipo II em comparação com os homens (Lindman et al., 1991 *cit in* Elcadi, Forsman e Crenshaw (2011), autores como Cote (2012), sugerem resultados inversos, com uma maior proporção de fibras do tipo I encontradas no trapézio superior de mulheres. Esta maior proporção de fibras tipo I poderia explicar o relativo atraso no *onset*, encontrado no

nosso estudo, da porção descendente do trapézio superior, quando comparados com os participantes do sexo masculino, uma vez que as fibras musculares tipo I são fibras tônicas de contração lenta (Chaitow e Delany, 2008). No estudo de Nie, Arendt-Nielsen, Kawczynski e Madeleine (2007) as mulheres exibiram uma maior resistência à fadiga durante a realização do movimento excêntrico da abdução do ombro, possivelmente por ocorrerem substituições no recrutamento de unidades motoras, isto é, as unidades motoras ativadas inicialmente cessam atividade sendo substituídas pela ativação de outras unidades motoras, podendo as primeiras voltar a ativar (Shultz e Perrin, 1999, Westgaard e De Luca, 1999) mas também pelo possível aumento de proporção de fibras tipo I (Cote, 2012).

Estudos sobre a comparação das diferenças na atividade muscular entre gêneros observaram que existem padrões de ativação distintos no músculo trapézio. Falla, Arendt-Nielsen e Farina (2008) observaram que os homens apresentam uma melhor adaptação a um estímulo nociceptivo do que as mulheres, em contrações isométricas de 1 minuto, na abdução de 90° da glenoumeral, através de um acréscimo da amplitude de sinal, o que não foi observado nas mulheres. As mulheres mantiveram o mesmo padrão de ativação nas áreas do trapézio superior sujeitas a dor induzida, não sendo capazes de adaptação. Ge, Arendt-Nielsen, Farina e Madeleine (2005) corroboram as mesmas conclusões, desta vez em contrações isométricas de 3 minutos, em que as mulheres tiveram uma adaptação menos eficiente que os homens, durante um estímulo doloroso, concluindo que os homens recrutaram mais unidades motoras. Ao serem capazes de recrutar mais unidades motoras, pode justificar o seu relativo adiantamento do onset dos participantes do sexo masculino.

O estudo de Szucs e Borstad (2013) avalia a atividade muscular no movimento de abdução dinâmico no plano da omoplata incluindo uma divisão do trapézio superior, em porção clavicular e porção descendente (Falla, Arendt-Nielsen e Farina, 2008, Holtermann et al., 2009) pelo que, como anteriormente descrito, o trapézio superior não apresenta características morfológicas e histológicas uniformes (Falla, Arendt-Nielsen e Farina, 2008, Falla e Farina, 2008) existindo diferenças na área de secção das fibras nomeadamente fibras largas na composição da sua porção inferior (Lindman et al. 1990 *cit in* Falla e Farina (2008)).

A questão que se coloca relaciona-se com eventuais diferenças entre gêneros no onset muscular do trapézio superior. Szucs e Borstad (2013) relatam diferenças

estatisticamente significativas no onset entre gêneros no músculo trapézio superior, porção descendente, tendo como referência o início de atividade do deltoide anterior. O estudo revelou que a porção descendente do trapézio superior ativou mais cedo nos homens do que nas mulheres, tal como no nosso estudo. De acordo com o autor, os dados encontrados poderão estar relacionados com diferenças na morfologia e histologia do trapézio ou provavelmente devido à cinemática da clavícula e escápula. Segundo o mesmo, ocorrem diferentes estratégias de controle motor entre gêneros. O presente trabalho é consistente com o de Szucs e Borstad (2013) pelo que foi demonstrado existirem diferenças significativas entre gêneros na ativação da porção descendente do trapézio superior no movimento dinâmico de elevação no plano da escápula. Os resultados obtidos no nosso estudo mostraram que a porção descendente do trapézio superior ativou em média para o três movimentos, 85.87 ms (DP=119.00 ms) após a ativação do deltoide anterior, sendo que os participantes do sexo masculino ativaram-no em média 22.95 ms após o deltoide anterior (DP= 44.45) e os indivíduos do sexo feminino ativaram o trapézio superior 125.91 ms (DP= 135.48) após o deltoide anterior. Observou-se que os participantes do sexo masculino iniciaram em média a atividade do trapézio superior primeiro que os participantes do sexo feminino, uma vez que os resultados obtidos são estatisticamente significativos ( $p=0.02$ ), sugerindo a existência de um diferente padrão de ativação muscular entre gêneros na porção descendente do trapézio superior, possivelmente através da existência de diferenças morfológicas e histológicas da porção descendente do trapézio superior.

No que concerne ao músculo trapézio superior, segundo Reed, Cathers, Halaki e Ginn (2013), a sua ativação após o deltoide anterior pode ser justificada pela estabilização da omoplata quando os músculos da coifa e deltoide realizam a abdução e não propriamente para a rotação superior, uma vez que até aos 30° de abdução esse movimento da escápula é mínimo.

Constituem limitações do presente estudo o reduzido tamanho amostral e a existência de cross talk de músculos adjacentes.

## **Conclusão**

Os nossos resultados revelaram que existem diferenças na ativação da porção descendente do músculo trapézio superior entre gêneros, com os participantes do sexo masculino a ativar mais cedo, dados estes que corroboram a existência de possíveis variações histológicas, morfológicas, cinemáticas e neurais, bem como endócrinas (estrogénios) entre homens e mulheres. Para além deste facto, em média o músculo trapézio superior ativou-se após o deltoide anterior, de forma a estabilizar a escápula, a partir dos 30° de abdução realizada pelo músculos da coifa e deltoide.

A sEMG tem sido utilizada para estudo da análise cinesiológica, estudo da função muscular, como a velocidade de condução, estudo da fadiga muscular e estudo da dor, pelo que permite estudar a atividade muscular (tipo de ação muscular) no sentido de proporcionar tratamentos e protocolos de reabilitação apropriados, compreender melhor os mecanismos de lesão, bem como descrever alterações de ativação anormais em condições tais como dor crónica e fadiga. O conhecimento das possíveis diferenças de ativação muscular entre gêneros permitir-nos-á identificar e classificar os padrões de atividade muscular que eventualmente são suscetíveis de interesse clínico.

São, no entanto necessários mais estudos que analisem a existência destas possíveis alterações em outros músculos, de forma a estabelecer de forma consistente este padrão de diferenças.

## Bibliografia

- Anders, C., Bretschneider, S., Bernsdorf, A., Eler, K. e Schneider, W. (2004). Activation of shoulder muscles in healthy men and women under isometric conditions. *J Electromyogr Kinesiol*, 14(6), 699-707.
- Chaitow, L. e DeLany, J. (2008). *Clinical Application of Neuromuscular Techniques: The upper body*, Churchill Livingstone.
- Cote, J. N. (2012). A critical review on physical factors and functional characteristics that may explain a sex/gender difference in work-related neck/shoulder disorders. *Ergonomics*, 55(2), 173-82.
- Elcadi, G. H., Forsman, M. e Crenshaw, A. G. (2011). The relationship between oxygenation and myoelectric activity in the forearm and shoulder muscles of males and females. *European journal of applied physiology*, 111(4), 647-658.
- Falla, D., Arendt-Nielsen, L. e Farina, D. (2008). Gender-specific adaptations of upper trapezius muscle activity to acute nociceptive stimulation. *Pain*, 138(1), 217-25.
- Falla, D. e Farina, D. (2008). Motor units in cranial and caudal regions of the upper trapezius muscle have different discharge rates during brief static contractions. *Acta physiologica*, 192(4), 551-558.
- Ge, H. Y., Arendt-Nielsen, L., Farina, D. e Madeleine, P. (2005). Gender-specific differences in electromyographic changes and perceived pain induced by experimental muscle pain during sustained contractions of the upper trapezius muscle. *Muscle Nerve*, 32(6), 726-33.
- Gerdle, B., Karlsson, S., Crenshaw, A. G., Elert, J. e Fridén, J. (2000). The influences of muscle fibre proportions and areas upon EMG during maximal dynamic knee extensions. *European journal of applied physiology*, 81(1-2), 2-10.
- Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C. e Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol*, 10(5), 361-74.
- Holtermann, A., Gronlund, C., Stefan Karlsson, J. e Roeleveld, K. (2008). Spatial distribution of active muscle fibre characteristics in the upper trapezius muscle and its dependency on contraction level and duration. *J Electromyogr Kinesiol*, 18(3), 372-81.
- Holtermann, A., Grönlund, C., Stefan Karlsson, J. e Roeleveld, K. (2008). Spatial distribution of active muscle fibre characteristics in the upper trapezius muscle and its dependency on contraction level and duration. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(3), 372-381.
- Holtermann, A., Roeleveld, K., Mork, P. J., Gronlund, C., Karlsson, J. S., Andersen, L. L., Olsen, H. B., Zebis, M. K., Sjogaard, G. e Sogaard, K. (2009). Selective activation of neuromuscular compartments within the human trapezius muscle. *J Electromyogr Kinesiol*, 19(5), 896-902.
- Jensen, C. e Westgaard, R. (1995). Functional subdivision of the upper trapezius muscle during maximal isometric contractions. *J. Electromyogr kinesiol*, 5(4), 227-237.
- Johansen, T. I., Samani, A., Antle, D. M., Côté, J. N. e Madeleine, P. (2013). Gender effects on the coordination of subdivisions of the trapezius muscle during a repetitive box-folding task. *European journal of applied physiology*, 113(1), 175-182.
- Johnson, G., Bogduk, N., Nowitzke, A. e House, D. (1994). Anatomy and actions of the trapezius muscle. *Clinical biomechanics*, 9(1), 44-50.
- Minning, S., Eliot, C. A., Uhl, T. L. e Malone, T. R. (2007). EMG analysis of shoulder muscle fatigue during resisted isometric shoulder elevation. *J Electromyogr Kinesiol*, 17(2), 153-9.
- Nie, H., Arendt-Nielsen, L., Kawczynski, A. e Madeleine, P. (2007). Gender effects on trapezius surface EMG during delayed onset muscle soreness due to eccentric shoulder exercise. *J Electromyogr Kinesiol*, 17(4), 401-9.

- Phadke, V., Camargo, P. e Ludewig, P. (2009). Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: a review of normal function and alterations with shoulder impingement. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 13(1), 1-9.
- Reed, D., Cathers, I., Halaki, M. e Ginn, K. (2013). Does supraspinatus initiate shoulder abduction? *J. Electromyogr Kinesiol*, 23(2), 425-429.
- Semmler, J. G., Kutzscher, D. V. e Enoka, R. M. (1999). Gender differences in the fatigability of human skeletal muscle. *J Neurophysiol*, 82(6), 3590-3.
- Shultz, S. J. e Perrin, D. H. (1999). Using surface electromyography to assess sex differences in neuromuscular response characteristics. *Journal of athletic training*, 34(2), 165.
- Staron, R. S., Hagerman, F. C., Hikida, R. S., Murray, T. F., Hostler, D. P., Crill, M. T., Ragg, K. E. e Toma, K. (2000). Fiber Type Composition of the Vastus Lateralis Muscle of Young Men and Women. *Journal of Histochemistry & Cytochemistry*, 48(5), 623-629.
- Szucs, K. A. e Borstad, J. D. (2013). Gender differences between muscle activation and onset timing of the four subdivisions of trapezius during humerothoracic elevation. *Hum Mov Sci*, 32(6), 1288-98.
- Westgaard, R. H. e de Luca, C. J. (1999). Motor unit substitution in long-duration contractions of the human trapezius muscle. *J Neurophysiol*, 82(1), 501-4.
- Zhou, Q., Chen, Y., Ma, C. e Zheng, X. (2011). Evaluation of upper limb muscle fatigue based on surface electromyography. *Sci China Life Sci*, 54(10), 939-44.