



Análise tempo-frequência do EMG de diferentes porções do músculo tríceps braquial nas fases excêntricas e concêntricas nos exercícios testa e pulley

G Sartorio¹, L Hagstrom¹, J C Carmo¹, R F Bezerra¹, T G Russomano¹, L A Elias^{2,3} e R A Mezzarane^{1*}

¹ Laboratório de Processamento de Sinais Biológicos e Controle Motor, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil

² Laboratório de Pesquisa em Neuroengenharia, Departamento de Engenharia Biomédica, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil

³ Centro de Engenharia Biomédica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil

**rimezza@gmail.com*

Introdução. O tríceps braquial (TB) é o único músculo localizado na parte posterior do úmero e é formado por três porções: lateral, medial e longa. Diferentes exercícios podem ser realizados em aparelhos de musculação para o desenvolvimento de força no TB. Entre eles, os mais utilizados são o “tríceps *pulley*” (TP) e o “tríceps *testa*” (TT). Entretanto, existem poucos estudos na literatura focados na real contribuição das diferentes porções do TB nos diferentes exercícios, bem como parâmetros espectrais para a análise da fadiga. Em estudo prévio (Barbosa et al., 2015), foi demonstrada ausência de diferenças na ativação muscular para as porções lateral e longa do TB. Contudo, ainda não foram avaliadas separadamente as fases excêntrica e concêntrica do movimento. Os objetivos do presente estudo são: (1) Avaliar a contribuição das porções longa e lateral do músculo tríceps braquial nos exercícios TP e TT para as duas fases do movimento; (2) Sugerir parâmetros espectrais para detectar fadiga ao longo das séries. Para tanto, o valor RMS (*Root Mean Square*) e os parâmetros espectrais do EMG obtidos nas duas fases do movimento foram estimados.

Métodos. Foram recrutados quinze voluntários do sexo masculino. O sinal foi captado por meio de eletrodos de superfície ativos (sistema Bagnoli, Delsys) para cada porção do TB ([doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00027-4](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00027-4)). Um eletrogoniômetro foi fixado no braço para medir a variação angular o cotovelo. Uma contração voluntária máxima (CVM) isométrica com ângulo da articulação do cotovelo em 90 graus foi obtida para os dois exercícios. A força exercida foi de 30% da CVM. A taxa de amostragem foi de 2kHz. A STFT (*Short-Term Fourier Transform*) foi estimada para cada movimento (excêntrico ou concêntrico) devido à não-estacionaridade do sinal. A atividade eletromiográfica do TB foi avaliada por meio do cálculo do valor eficaz (RMS) durante a realização de 8 séries de exercícios contendo de 10 a 12 repetições (desprezando a primeira e a última). A ordem de execução dos exercícios foi aleatorizada. A frequência de execução dos exercícios foi de ~1Hz. O espectro de potência do sinal eletromiográfico foi estimado (1000 amostras com sobreposição de 50%) com resolução espectral de 2Hz. Uma janela de Hamming foi utilizada e os parâmetros espectrais médios – frequência média (FM), frequência mediana (FMd) e frequência de ocorrência do pico máximo do espectro (FP) – foram calculados em Matlab. Uma ANOVA de 2 vias com medidas repetidas foi usada para comparar os valores RMS entre os exercícios e as fases do movimento para cada porção do músculo. Um teste *t* foi utilizado para detectar diferenças nas inclinações das retas (diferença de zero) que ajustam os parâmetros espectrais e as repetições. O nível de significância foi de $p < 0,05$.



Resultados. Considerando a porção longa do TB, a fase concêntrica do movimento apresentou maior atividade tanto no exercício TP, quanto no TT ($p < 0,05$). Adicionalmente, o exercício TP também teve maior atividade em comparação ao TT, independentemente da fase do movimento ($p < 0,05$). Contudo, a porção lateral não apresentou diferenças na ativação em nenhuma situação. Este resultado sugere maior ação da porção longa no TP em comparação ao TT, que se manifesta de maneira mais clara na fase concêntrica. Apesar destas diferenças na ativação, os parâmetros espectrais FM e FMd mostraram aumento significativo ao longo das repetições, como indicado pela inclinação da reta de regressão significativamente diferente de zero ($p < 0,05$), para as duas porções do músculo. Ou seja, para cada movimento do exercício (TP ou TT), que caracterizou uma repetição (contração concêntrica seguida de uma excêntrica), a média das frequências (FM e FMd) dos espectros estimados pela STFT foi associada à uma repetição. Essas médias foram analisadas em relação aos momentos de ocorrência do movimento (cada repetição) definindo um gráfico de dispersão. Desta forma, foi possível calcular a inclinação da reta ajustada ao longo das repetições. Portanto, cada sujeito apresentou uma reta cuja inclinação (negativa) foi diferente de zero, evidenciando uma diminuição nos valores de frequência, conseqüentemente, ocorrência de fadiga. Apenas o parâmetro espectral FP não foi sensível para detectar uma possível existência de fadiga (as retas não foram significativamente diferentes de zero).

Discussão. De acordo com os resultados do presente estudo, a porção longa do TB foi mais solicitada no exercício TP, quando comparada a porção lateral. Desta forma, para um treinamento específico da porção lateral, seria recomendável a utilização de outros exercícios capazes de isolar de maneira mais adequada e eficiente essa porção do músculo. Além disso, nossos resultados sugerem que a fase concêntrica exige uma ativação maior em comparação à excêntrica. Conclui-se que, para o ganho de força, o exercício TP parece ser mais eficiente que o TT. Curiosamente, os parâmetros espectrais mostraram a ocorrência de fadiga ao longo das repetições, com a diminuição da inclinação da reta ajustada nos dados de frequência e repetição (momento de ativação muscular), indicando que as duas porções musculares apresentam um processo de fadiga. Tipicamente, no início de uma contração isométrica, os valores RMS são inversamente proporcionais à frequência média do espectro. Nossos resultados não corroboram plenamente essa observação. Estudos adicionais são necessários para explorar de maneira mais profunda as questões associadas à ocorrência de fadiga nesse tipo de exercício, bem como os parâmetros utilizados para indicar a existência desse fenômeno em contrações dinâmicas. Por exemplo, um estudo das características metabólicas das unidades motoras que constituem cada porção muscular, pode ajudar a explicar a falta de correlação entre a relativa menor ativação muscular e a ocorrência de fadiga.

Agradecimentos. LAE recebeu financiamento do CNPq (proc. no. 312442/2017-3). RAM recebeu financiamento do CNPq (proc. no. 406917/2016-7) e da FAPDF (proc. no. 0193.001655/2017).

Palavras-chave. Exercício, fadiga, RMS, força.

Referência

BARBOSA, G. S.; MELILLO, J. G. T.; MEZZARANE, R. A.; BEX, L. H.; CARMO, J. C.; BEZERRA, R. F. A.; RUSSOMANNO, T. G. Muscle activation of different portions of the triceps brachii during exercises with elastic and pulley. In: 20th Annual Congress of the European College of Sport Science, 2015, Malmo, Sweden.