

PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DO EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO: UMA ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA

Felipe Sampaio-Jorge¹, Rafael Pereira², Roosevelt Silva³ & Márcio Magini⁴

¹ISECENSA, UNIVAP/IP&D, felipesjorge@gmail.com
UNIVAP/IP&D; Laboratório de Fisiologia e Biocinética - UNIG, rafaelppaula@gmail.com

³UNIVAP/IP&D, roossilva@univap.br

⁴UNIVAP/IP&D, magini@univap.br

Resumo – Na prática fisioterapêutica a otimização de exercícios é um dos principais objetivos da vida clínica. Para tal esse trabalho se propõe a analisar três variações do exercício agachamento. Participaram do estudo 10 voluntários do gênero masculino divididos em 3 grupos: Neutro, Dorsi e Planti (cada um referente ao posicionamento do pé na execução do agachamento). Verificou-se um maior recrutamento do Reto femural associado a um menor recrutamento do solear no grupo planti, quando comparado aos outros grupos. Com isso pode-se postular que o agachamento realizado com o pé em plantiflexão é o mais eficiente.

Palavras-chave: Eletromiografia, Exercício cadeia cinética fechada, Fisioterapia.

Área do Conhecimento: Fisioterapia

INTRODUÇÃO

O agachamento é realizado de forma clássica da seguinte forma: o praticante coloca uma barra sobre os ombros atrás do pescoço e a agarra com a posição de mão de palma para frente. Em seguida, agacha-se flexionando os quadris, mantendo a coluna em alinhamento normal, até as coxas ficarem paralelas ao chão, e depois retorna a posição inicial (THOMPSON & FLOYD, 2002).

Esse exercício exige muito do praticante e, usualmente, é realizado de maneira inadequada, permitindo que os joelhos se movam para frente, ultrapassando o plano dos pés, o que aumenta o risco de lesão (Figura 1). Solicita-se tomar cuidado para que as pernas permaneçam as mais verticais possíveis, impedindo que a tíbia translate anteriormente, o que colocaria os ligamentos em grande tensão (THOMPSON & FLOYD, 2002).

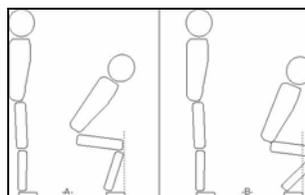


Figura 1. Exercício de Agachamento. A- Execução correta do exercício. B- Execução errada do exercício.

Não é para menos que, dentro da prática da Fisioterapia, a otimização dos exercícios para acelerar a reabilitação do joelho é um dos grandes desafios que prevalecem como foco de pesquisa dentro da Fisioterapia Traumato-ortopédica e Desportiva. Porém, essa otimização deve promover um equilíbrio entre segurança de execução e efeitos benéficos para o objetivo que se propõe (BEUTLER et al. 2002). No caso do Agachamento, este deve recrutar o maior número possível de fibras musculares, porém gerando o menor estresse para as estruturas ligamentares (SACCO et al, 2005).

Para que esse objetivo se cumpra, alguns pontos devem ser atentados como: o exercício não pode gerar dor articular, a tíbia deve sofrer a menor translação possível, os pés devem estar paralelos uns aos outros e na distância dos quadris, a angulação

máxima de execução não deve ultrapassar os 90° de flexão do joelho.

O interesse por se entender como a variação do piso pode influenciar na eficácia do exercício de agachamento tem crescido, sendo estudado o estresse ligamentar e tendinoso, com poucos relatos sobre a influência sobre o recrutamento muscular do quadríceps e muito menos de músculos estabilizadores da tibia neste exercício de cadeia cinética fechada (KONGSGAARD et al, 2006; TOUTOUNGI et al, 2000; YONG et al, 2005).

Com isso este estudo se propõe a investigar alguns modelos de execução do exercício de agachamento que já são utilizados na prática clínica e algumas variações propostas que possam vir a otimizar o exercício de agachamento. Para tal, a ferramenta escolhida foi a eletromiografia de superfície que se mostra eficiente para tal finalidade (MONTEIRO-PEDRO & BEVILAGROSSO, 1999; MIRZABEIGI et al, 1999; PULLMAN et al. 2000; FARINA et al, 2002 e 2004).

MATERIAIS E MÉTODOS

a. Sujeitos:

Dez voluntários do sexo masculino com idade entre 18-30 anos, saudáveis sem antecedentes de alterações pressóricas, doença metabólica ou doença degenerativa articular.

Todas as técnicas experimentais, assim como a metodologia, seguem as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos, estabelecidas na Resolução nº 251, de 07 de agosto de 1997, do Conselho Nacional de Saúde e na Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996 e recebeu aprovação pelo comitê de ética em pesquisa da UNIVAP, protocolo n. H150/CEP/2006.

As informações serão utilizadas no projeto de pesquisa e serão publicadas sem prejuízo ao anonimato dos envolvidos.

b. Experimento:

Os indivíduos foram previamente avaliados com relação aos critérios de inclusão e exclusão, foram submetidos a uma avaliação antropométrica a fim de homogeneizar a amostra e realizaram 3 modelos de exercício de agachamento ao longo de 2 semanas de estudo. Os exercícios foram divididos 3 grupos: variações com

relação ao apoio dos pés: com os pés em posição neutra (LivreNeutro), com os pés apoiados em um aclave de 30° de inclinação colocando os pés em dorsiflexão de 30° (LivreDorsi) e a ultima variação com os pés apoiados sobre um declive de 45° de inclinação colocando os pés em plantiflexão de 45° (LivrePlanti). Para melhor visualização vide a figura abaixo (Figura 2).



Figura 2. Desenho ilustrando os diferentes modelos de exercício de agachamento proposto com sua forma de execução.

c. Coleta e análise dos dados:

Durante o exercício os indivíduos foram submetidos à Eletromiografia de superfície (EMG) bilateral dos músculos Reto Femural e Solear com a finalidade de se verificar o recrutamento motor desses músculos e o ângulo articular do joelho foi mensurado com uso de goniômetro.

Para os procedimentos de colocação de eletrodos, foi feita a limpeza de pele, a tricotomia e nova limpeza da pele com uso de álcool 70%. Os eletrodos referentes ao Reto Femural foram fixados no ponto médio de um eixo imaginário entre a crista ilíaca ântero-superior e a base da patela; os eletrodos referentes aos soleares foram fixados no 1/3 distal da face medial da perna sobre um eixo imaginário entre o maléolo medial e o epicôndilo medial do Fêmur. A distância entre o centro de cada eletrodo foi de 2 cm e o eletrodo terra foi colocado no punho direito. Após a colocação dos eletrodos foi feita uma marcação na pele com caneta demográfica a qual permitiu a recolocação dos eletrodos no mesmo ponto nos dias subsequentes.

Os indivíduos realizaram 10 repetições de cada protocolo de agachamento conforme randomização prévia. Foi realizado um protocolo por dia com a finalidade de evitar fadiga muscular. O ritmo do exercício foi marcado com auxílio de um metrônomo calibrado para gerar aviso sonoro a cada 1,5 segundo.

Para coleta do sinal mioelétrico foi utilizado um eletromiógrafo (EMG system Brasil LTDA) conectados ao sistema de aquisição e análise WinDaqXL, sendo

filtragem feita com filtro passa banda de 20-500Hz, amplificado em 1000 vezes e convertido por placa A/D com frequência de amostragem de 2KHz para cada canal e com a variação de entrada de 5mV. O sinal foi convertido em arquivo .txt para que pudesse ser aberto no programa de análise de sinais DelSys EMGwork Analysis 3.1.1.1 – 2005. A partir de então foi extraído a Root Mean Square (RMS) do sinal. Os valores do RMS foram calculados levando-se em consideração a fase concêntrica e excêntrica do movimento desconsiderando os vales formados no sinal mioelétrico.

Foi utilizado o programa Microsoft Excel para realização dos cálculos de médias e desvios padrões, os testes estatísticos foram feitos utilizando o programa GraphPad InStat v.3.05 – 2000, o programa Microcal Origin 7.0 foi utilizado para plotagem gráfica. Foram utilizados os testes ANOVA com o post test de Tukey com $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

A tabela 1 representa as médias e os desvios padrões, dos 10 participantes, referentes à: estatura, massa, perimetria de membros inferiores e dobra cutânea das coxas da amostra estudada que possuía idade média de 22 ± 5 anos.

	MEDIA	D.P.
Estatura(cm)	1776	740
Massa(Kg)	8059	1449
Coxa D.(cm)	5528	521
Coxa E.(cm)	5539	478
Perna D.(cm)	3778	342
Perna E.(cm)	3778	335
D.C. coxa	1675	626

Tabela 1. Tabela descrevendo a média e desvio padrão (D.P.) dos parâmetros antropométricos avaliados. Dobra cutânea (D.C.).

A Figura 3 é a representação gráfica da RMS de cada repetição das 10 repetições dos três tipos de exercícios (Neutro, Dorsi e Planti). No exercício Neutro verificou-se o RFD com recrutamento médio de $63 \mu\text{V}$; o RFE com $64 \mu\text{V}$; o SOD com $65 \mu\text{V}$ e o SOE com $87 \mu\text{V}$. Na Dorsi verificou-se o RFD com recrutamento médio de $68 \mu\text{V}$; o RFE com $62 \mu\text{V}$; o SOD com $68 \mu\text{V}$ e o SOE com $97 \mu\text{V}$. Já no exercício feito em Panti constatou-se o

RFD com recrutamento médio de $87 \mu\text{V}$; o RFE com $104 \mu\text{V}$; o SOD com $40 \mu\text{V}$ e o SOE com $45 \mu\text{V}$.

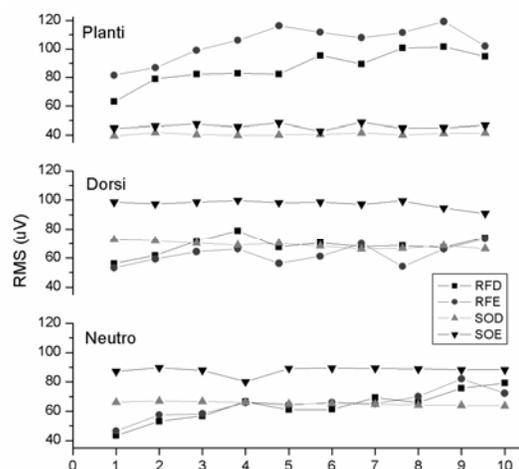


Figura 3. RMS de cada repetição dos grupos Neutro, Dorsi e Planti.

DISCUSSÃO

Os exercícios de agachamento foram eficientes para promover recrutamento muscular do reto femural corroborando com os achados de Graham et al. (2003).

Observando-se os gráficos de cada protocolo fica evidente que os protocolos geram padrões similares, porém, pode ser observado que a posição do pé gera um padrão de comportamento motor dos Retos Femurais e dos Soleares distintos. Verifica-se que em declive de 45° houve maior recrutamento dos Retos Femurais e menor recrutamento dos Soleares. Esses padrões podem ser observados na Figura 3.

O menor recrutamento dos Soleares pode ser explicado pelo posicionamento dos pés, o que coloca o músculo em posição de encurtamento gerando, portanto, uma ineficiência mecânica induzida pelo declive de 45° . É interessante observar que exatamente no protocolo onde o Solear tem menor atuação verificou-se uma otimização do recrutamento dos Retos Femurais.

Provavelmente isso ocorre devido o fato que o solear atua realizando plantiflexão. Por não haver sua atuação nesses protocolos, o Reto Femural foi mais solicitado para completar o movimento, compensando a ausência do sinergismo muscular do Solear em cadeia cinética fechada.

Kongsgaard et al. (2006) também observaram maior ativação mioelétrica do

músculo reto femoral em declive, quando comparado ao agachamento padrão, com maior ativação também do solear em declive, o que vai de encontro ao exposto neste trabalho, podendo esta divergência existir pela diferença metodológica da angulação da plataforma de declive de 25 graus utilizada pelos autores citados.

Não foram encontrados estudos com o mesmo objetivo ou com a metodologia proposta por esse estudo, impossibilitando a corroboração ou opinião conflitante de idéias. Fica, portanto, a proposta de estudos futuros que possibilitem avaliação do comportamento motor de todo o membro inferior com a metodologia apresentada no presente estudo.

CONCLUSÃO

O presente estudo leva a concluir que com uma simples variação de técnica torna-se possível potencializar a atividade eletromiográfica do músculo reto femoral. Com isso pode-se postular que a técnica em declive de 45° é a mais indicada para recuperação funcional do músculo reto femoral, visto que, desencadeia um maior recrutamento motor com grande segurança de execução por facilitar a manutenção do equilíbrio durante o exercício.

Vale salientar que o presente dado tem grande valia, pois permite um aprimoramento no efeito terapêutico do exercício agachamento, sem nenhum custo financeiro. Por se tratar de um exercício realizado com própria massa corporal não há necessidade de nenhum equipamento de mecanoterapia. Para sua otimização, basta apenas, um aparato que mude o posicionamento articular do tornozelo para 45° em plantiflexão.

REFERÊNCIAS

1. Beutler AI, Cooper LW, Kirkendall DT, Garrett Jr WE Electromyographic Analysis of Single-Leg, Closed Chain Exercises: Implications for Rehabilitation After Anterior **Journal of Athletic Training**. 37(1):13–18, 2002.

2. Bevilaqua-Grossi D, Felício L, Simões R, Coqueiro K, Monteiro-Pedro V. Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da

dor femoropatelar. **Rev Bras Med Esporte**. Vol 11 (3), 2005.

3. Farina D, Foschi M, Merletti R. Motor unit recruitment strategies investigated by surface EMG variables. **J Appl Physiol** 92: 235–247, 2002.

4. Farina D, Merletti D, Enoka R. The extraction of neural strategies from the surface EMG. **J Appl Physiol** 96: 1486–1495, 2004.

5. Graham V, Gehlsen G, Edwards J. Electromyographic Evaluation of Closed and Open Kinetic Chain Knee Rehabilitation Exercises. **Journal of Athletic Training** V.28, n.1, 23-30, 1993.

6. Kongsgaard M, Aagaard P, Roikjaer S, Olsen D, Jensen M, Langberg H, Magnusson S. Decline eccentric squats increases patellar tendon loading compared to standard eccentric squats. **Clinical Biomechanics**; 21; 748–754, 2006.

7. Mirzabeigi E, Jordan C, Gronley J, Rockowitz N, Perry J. Isolation of the vastus medialis oblique muscle during exercise. **American Journal of Sports Medicine** 27:50-53, 1999.

8. Monteiro-Pedro V, Vitti M, Bevilaquagrosso D. The effect of free isotonic and maximal isometric contraction exercises of the hip adduction on vastus medialis oblique muscle: an electromyographic study. **Electromyogr. Clin. Neurophysiol** 39:435-440, 1999.

9. Pullman S, Goodin D, Marquinez A, Tabbal S, Rubin M. Clinical utility of surface EMG. **Neurology** 55; 171-177, 2000.

10. Sacco I, Konno G, Rojas G, Arnone A, Pássaro A, Marques A, Cabral C. Functional and EMG responses to a physical therapy treatment in patellofemoral syndrome patients. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. 2005.

11. Thompson & Floyd. **Manual de Cinesiologia Estrutural**. 14º edição, Editora Manole, São Paulo, 2002.

12. Young M, Cook J, Purdam C, Kiss Z, Alfredson H. Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. **Br J Sports Med**; 39:102–105 2005.