

ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS BÍCEPS FEMORAL, RETO FEMORAL E VASTO LATERAL DURANTE TRÊS VARIAÇÕES DO EXERCÍCIO DE PONTE SUPINO

Electromyographic analysis of the biceps femoris, rectus femoris and vastus lateralis during three variations supine bridge

Anelize Cini¹, Cláudia Silveira Lima¹

¹Grupo de Pesquisa em Cinesiologia e Cinesioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança - UFRGS

Resumo: Os músculos posteriores da coxa têm alto índice de prevalência e taxa de recidiva de lesões no esporte. Recentemente, a estabilidade segmentar tem sido um conceito altamente estudado por sua elevada relação com esse tipo de lesão. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi verificar a ativação elétrica do músculo bíceps femoral, vasto lateral e reto femoral durante exercícios de ponte supino. Participaram do estudo 4 estudantes do sexo feminino com idade média de $26,5 \pm 1,73$ anos. A participação muscular foi analisada por meio da ativação elétrica dos músculos bíceps femoral, vasto lateral e reto femoral utilizando a eletromiografia. Foram realizadas dez repetições para a ponte em apoio bipodal e unipodal em base estável e para ponte bipodal em base instável. Foi utilizada uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de 5s para normalização do sinal eletromiográfico. A ativação elétrica do músculo bíceps femoral (extensor de quadril) na ponte em apoio bipodal foi de 23,3 % CIVM, para a ponte unipodal de 36,9 % CIVM e para a ponte em base instável com bola suíça de 54,3 % CIVM. Para a musculatura extensora de joelho (reto femoral, vasto lateral) a ativação variou de 2,2 a 4,4 % CIVM. O músculo bíceps femoral apresenta um recrutamento relevante nos exercícios de ponte supino podendo esta ser prescrita para o reforço e reabilitação dessa musculatura.

Palavras-chave: Eletromiografia; Membro Inferior; Força Muscular.

Abstract: The hamstrings have high rate prevalence and lesion recurrence rate in the sport. Recently, the stability target has been a concept highly studied for its high relationship with this type of injury. In this sense, the objective of the study was to verify the electrical activation of the biceps femoris, vastus lateralis and rectus femoris during supine bridge exercises. The study included four female students with a mean age of 26.5 ± 1.73 years. Muscle participation was analyzed by means of electrical activation of the biceps femoris, vastus lateralis and rectus femoris using electromyography. It was performed ten repetitions for the bridge exercise in bipedal support and single leg in stable base, and for bipedal bridge in unstable base. Maximum voluntary isometric contraction (MVIC) 5s for normalization of the electromyographic signal was used. The electrical activation of the biceps femoris muscle (hip extensor) at the bridge bipedal support was 23.3% MVIC for the single leg bridge of 36.9% MVIC and bridge in unstable base with Swiss ball of 54.3% MVIC. For the extensor muscles of the knee (rectus femoris, vastus lateralis) activation ranged from 2.2 to 4.4% MVIC. The biceps femoris muscle has an important recruitment in supine bridge exercises can this be prescribed for strengthening and rehabilitation of these muscles.

Keywords: Electromyography; Lower Extremity; Muscle Strength.

1 INTRODUÇÃO

Recentemente, a estabilidade segmentar tem sido um conceito amplamente estudado por sua alta relação com as lesões dos músculos isquiotibiais. Uma baixa estabilidade segmentar implica em maior probabilidade da musculatura isquiotibial sofrer lesão (MALLIAROPOULOS et al., 2012).

A estabilidade segmentar é considerada a habilidade de manter o tronco em equilíbrio estático enquanto o sujeito realiza exercícios, onde as estruturas passivas e a musculatura do tronco (exemplo: reto abdominal, oblíquo externo, oblíquo interno, eretores da coluna) são as responsáveis por esse equilíbrio. Um exercício muito utilizado com o objetivo de fortalecer essa musculatura é a ponte supino.

Diversos autores têm demonstrado a ativação da musculatura do tronco durante o exercício supino, como Garcia, Barbado e Moya (2014) que ao analisar a ponte supino encontraram uma ativação de 11 a 15 % da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) do músculo eretor da espinha e ao realizar a ponte em apoio unipodal o músculo oblíquo interno apresentou ativação de 14 % CIVM além da ativação do eretor da espinha. Outros estudos além de avaliarem a musculatura do tronco, também analisaram musculaturas do quadril, que também são consideradas importantes para estabilização. Youdas et al. (2015) encontraram uma ativação de 29,2 e 30,6 % CIVM para os músculos multifidos lombares na ponte bipodal em base estável e instável, respectivamente, 16,4 e 13 % CIVM, para o músculo glúteo máximo, assim como uma ativação de isquiotibiais de 15 e 41 % CIVM, nas mesmas condições anteriores.

Essa participação dos isquiotibiais – músculos posteriores da coxa, biarticulares, responsáveis pela extensão de quadril e flexão de joelho – na ponte supino faz com que se direcione a atenção para esse exercício como uma forma de trabalhar o reforço desta musculatura. Considerando que, esse grupo muscular tem alta prevalência e taxa de recidiva de lesões no esporte, e que está entre os fatores de risco para essa lesão a fraca estabilidade segmentar (EKSTROM; DONATELLI; KNEJU, 2007), o exercício utilizando a ponte unipodal, bipodal e em base instável associaria o reforço desses músculos com a estabilidade segmentar. Exemplo disso é o *Guideline* de Reabilitação da Universidade de Winconsin (SHERRY, 2011) que tem seguido critérios de progressão, restrições e precauções com o intuito de proteger os tecidos em cicatrização e reparação cirúrgica da musculatura isquiotibial e levado em consideração que cada indivíduo possui seu tempo de recuperação de acordo com a idade, com outras lesões associadas e com a severidade da lesão, tem recomendado a ponte supino em apoio bipodal para o reforço dessa musculatura a partir da sexta semana de tratamento e a ponte em apoio unipodal após três meses (SHERRY, 2011).

Visto que a ponte é utilizada para o fortalecimento da musculatura do tronco e pode ser uma alternativa relevante para o reforço da musculatura isquiotibial, o objetivo desse trabalho foi verificar o nível de ativação elétrica do músculo bíceps femoral, bem como de seus antagonistas, vasto lateral e reto femoral durante o exercício de ponte supino em apoio bipodal em base estável e instável e em apoio unipodal em base estável, para avaliar a efetividade desse exercício e o efeito de suas variações na ativação dos isquiotibiais.

2 MÉTODOS

A amostra foi intencional e composta por quatro estudantes de pós-graduação do sexo feminino com idade média de $26,5 \pm 1,73$ anos, estatura média de $163,5 \pm 3,7$ cm e massa corporal média de $58,6 \pm 3,68$ kg. Os critérios de inclusão foram estar na idade de 20 a 30 anos e serem aptas a execução de exercícios de força isométrica máxima e exercício de ponte supino. Os critérios de exclusão foram apresentar lesões musculares em membros superiores e inferiores e patologias na coluna vertebral. Este

estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no Protocolo N° 2008012.

Para a coleta da ativação elétrica dos músculos foi utilizado um eletromiógrafo Miotool 800® (Miotec Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil). O equipamento é composto por um sistema de 8 canais, 2000 Hz por canal. Foram utilizados eletrodos de superfície Kendall Mini Medi-Trace 100 (Tyco Healthcare, São Paulo, SP, Brasil), com 15 mm de raio, pré-amplificados com configuração bipolar e a distância intereletrodos foi de 20 mm.

O membro inferior avaliado foi o dominante e este que permaneceu apoiado no exercício ponte em apoio unipodal. Para a colocação dos eletrodos inicialmente foi realizada a tricotomia e abrasão da pele com algodão e álcool, para diminuir a impedância. Logo após, para o músculo reto femoral, a voluntária permanecia sentada com os pés apoiados e os eletrodos foram posicionados a 50% da distância da espinha ilíaca ântero superior (EIAS) e borda superior da patela; para o músculo vasto lateral os eletrodos foram posicionados a 2/3 distância da espinha ilíaca ântero superior (EIAS) e borda superior da patela. Para o músculo bíceps femoral a voluntária estava em decúbito ventral, com joelhos flexionados a menos de 90° e o joelho em ligeira rotação lateral, os eletrodos foram colocados a 50% da distância entre a tuberosidade isquiática e o epicôndilo lateral da tíbia. O eletrodo de referência foi posicionado na tuberosidade anterior da tíbia (SENIAM, 1999).

2.1 Procedimento de coleta dos dados

Inicialmente foi realizada a coleta da Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM), a duração da contração foi de 5 segundos para cada posição avaliada. Para os músculos reto femoral e vasto lateral a CIVM foi realizada com a voluntária sentada na cadeira extensora, com os joelhos flexionados a 90°, com carga acima da possibilidade de realização do movimento pelo participante, nessa posição a voluntária realizou força de extensão de joelho. Para o músculo bíceps femoral foi utilizado a mesa flexora, onde a voluntária ficou em decúbito ventral com os joelhos em extensão, com o mesmo princípio de carga da mesa extensora e realizou força de flexão de joelho. Durante as CIVMs as participantes receberam estímulo verbal para realização da força máxima.



Figura 1. Exercícios de ponte (a) bipodal, (b) ponte unipodal e (c) ponte em base instável (bola).

Após, foram realizados os exercícios de ponte supino, conforme Figura 1. Para a ponte em apoio bipodal, o sujeito iniciava em decúbito dorsal com os joelhos flexionados e os pés apoiados no solo, os braços permaneciam no solo ao longo do corpo e na realização do exercício o indivíduo realizava uma extensão de quadril e extensão de joelho com os pés permanecendo no solo. Para a ponte em apoio unipodal o membro inferior dominante permanecia com o joelho flexionado e o pé apoiado no solo enquanto o membro inferior não dominante permanecia com flexão de quadril a aproximadamente 45° e extensão de joelho, seguindo a extensão de quadril durante o exercício. Para a ponte em base instável

o indivíduo permanecia na mesma posição inicial que a ponte em apoio bipodal, porém com os pés apoiados em uma bola tipo “suíça” de 65 cm de diâmetro, seguindo a realização do exercício.

O primeiro exercício realizado foi a ponte em apoio bipodal, logo após a ponte em apoio unipodal e por último o exercício de ponte em base instável utilizando a bola “suíça”. Cada exercício foi realizado em uma série de 10 repetições com uma cadência de 2 segundos para a fase concêntrica e 2 segundos para a fase excêntrica, sendo respeitado um minuto de intervalo entre cada exercício.

Para os sinais da eletromiografia, os dados foram submetidos a um procedimento de filtragem digital com o auxílio do software Miotec Suite®, onde foi utilizado um filtro passa-banda butterworth, quarta ordem, com frequências de corte entre 20 e 500 Hz.

Foi analisado o valor de raiz do valor quadrático médio (RMS) de cada exercício onde foi feita a raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos valores. Para a CIVM foi recortado um intervalo de 1 segundo do platô da curva. O valor RMS obtido foi considerado como percentual máximo de ativação muscular (100%). Para a análise durante a realização dos exercícios de ponte, o valor RMS final de cada variação foi calculado a partir da média dos valores RMS da segunda, terceira, quarta e quinta repetição.

Para análise dos dados foi utilizado o valor percentual ($\text{RMS do exercício} \times 100\% / \text{RMS da CIVM}$) de ativação muscular de cada músculo, em cada variação do exercício ponte, em relação ao valor RMS da CIVM.

3 RESULTADOS

Os valores RMS percentuais da ativação elétrica dos músculos bíceps femoral, reto femoral e vasto lateral nos três exercícios são apresentados na tabela 1. Pode-se perceber uma maior ativação do músculo bíceps femoral nos três exercícios (ponte com apoio bipodal, unipodal e base instável) quando comparado com os demais músculos, onde apresentou maior ativação no exercício de ponte em base instável (54,3 % CIVM). Para os músculos reto femoral e vasto lateral verificou-se uma pequena ativação (2,2 – 6,6%) em relação à CIVM nos três exercícios.

Tabela 1. Resultado da análise da ativação elétrica muscular dos músculos reto femoral, vasto lateral e bíceps femoral do exercício ponte bipodal, ponte unipodal (membro de apoio) e ponte em base instável, apresentados em porcentagem da contração isométrica voluntária máxima (%CIVM).

	Ponte Bipodal (%CIVM)	Ponte Unipodal (%CIVM)	Ponte Base instável (%CIVM)
Reto Femoral	2,2	4,4	2,5
Vasto Lateral	2,9	6,6	4,3
Bíceps Femoral	23,3	36,9	54,3

4 DISCUSSÃO

No estudo pode-se verificar uma maior ativação do músculo bíceps femoral na ponte em base instável utilizando bola suíça, seguido da ponte unipodal e, por último, da ponte em apoio bipodal. A maior ativação na última variação pode ser decorrente do esforço em manter a flexão de joelhos nos graus necessários sem permitir que a bola deslize e este esforço parece ser maior do que a força neces-

sária para manter a posição em apoio unipodal.

Corroborando com o presente estudo Ekstrom, Donatelli e Kneju (2007) encontraram para o músculo bíceps femoral uma ativação de 24 % CIVM no exercício de ponte em apoio bipodal e uma ativação de 40 % CIVM em apoio unipodal. Considerando as diferenças da amostra daquele estudo, mostraram a maior ativação do músculo bíceps femoral no apoio unipodal. Os achados de Ekstrom, Donatelli e Kneju (2007), reforçam que esse padrão de ativação do músculo bíceps femoral no apoio unipodal, se mantém.

O padrão de ativação é reforçado com o estudo de Youdas et al. (2015). Os autores compararam a magnitude de ativação dos músculos glúteos, isquiotibiais e multífidos durante a ponte supino em base estável e instável em uma amostra de ambos os sexos. As variações do exercício utilizando a ponte foram semelhantes às do presente estudo, os sujeitos realizaram a ponte supino em apoio bipodal em base estável e instável e a ponte em apoio unipodal. Ao comparar os valores obtidos durante o exercício com os valores da CIVM, os autores encontraram uma ativação dos isquiotibiais de 15,1 % CIVM para a ponte em apoio bipodal; 26,4 % CIVM para a ponte com apoio unipodal e 41,7 % CIVM para a ponte em base instável. Estes resultados vão ao encontro do presente estudo visto que os autores encontraram um nível semelhante de ativação para o músculo bíceps femoral conforme a variação do exercício, sendo a maior ativação muscular quando o exercício foi realizado em base instável.

Apesar do bíceps femoral ser um dos músculos responsáveis pela extensão de quadril e os músculos reto femoral e vasto lateral pela extensão de joelho, ambas necessárias durante a execução da ponte, a demanda muscular para manutenção da extensão do quadril parece ser maior.

O estudo de Williams (2013) que também avaliou esses três músculos, porém com o objetivo de identificar exercícios progressivos para membros inferiores, avaliou diversos exercícios entre eles a ponte em apoio bipodal e em apoio unipodal. O músculo bíceps femoral na ponte em apoio bipodal apresentou ativação de 30,5 % CIVM e em apoio unipodal de 42,3 % CIVM. Para o músculo reto femoral na ponte em apoio bipodal foi encontrado um valor de ativação de 2,9 % CIVM e em apoio unipodal de 4,6 % CIVM, e, para o músculo vasto lateral 4,9 e 7 % CIVM, respectivamente. Os resultados corroboram com o presente estudo, tanto para variação de ativação entre as diferentes variações do exercício ponte, como para diferença de ativação entre os músculos isquiotibiais e os músculos do quadríceps, reforçando a ativação principal dos extensores do quadril neste tipo de movimento.

Devido a alta ativação do músculo bíceps femoral e baixa ativação dos extensores de joelho nesses exercícios, o valor da razão Isquiotibial:Quadríceps (I:Q) é maior, essa relação I:Q durante o exercício pode ser uma alternativa para pesquisadores nos dias atuais que buscam encontrar exercícios que aumentem essa razão, pela importância no meio esportivo onde há alto índice de lesão de ligamento cruzado anterior (LCA), e uma maior participação dos músculos isquiotibiais é importante por eles participarem na estabilidade da tíbia não permitindo a translação anterior e assim auxiliando na função desse ligamento.

Os resultados reforçam a possibilidade de se utilizar o exercício ponte supino no fortalecimento do músculo bíceps femoral, além dos exercícios tradicionais realizados com foco nessa musculatura, como a flexão do joelho em pé ou em decúbito ventral. O fato dos exercícios terem sido realizados apenas com o peso corporal de cada sujeito e a ativação ter atingido valores entre 20 a 55% CIVM para o músculo bíceps femoral reforça o fato de utilizar-se desse exercício como estratégia para ganho de força dessa musculatura (YOUODAS et al., 2015; EKSTROM; DONATELLI; KNEJU, 2007).

A literatura mostra que cargas que demandem ativação de 45% a 50% da ativação máxima têm sido utilizadas para o ganho de força em indivíduos não treinados (YOUODAS et al., 2015; EKSTROM; DONATELLI; KNEJU, 2007) e ativações entre 40 a 60% CIVM têm sido utilizadas para estimular

adaptações musculares (ANDERSEN et al., 2006). Já exercícios que produzem ativação inferior a 45 % CIVM são considerados benéficos para treinamento de endurance e controle motor, sendo assim, o exercício de ponte pode ser implementada em programas que visem estabilidade de tronco e quadril, reeducação de controle-motor ou ainda em pacientes que apresentem fraqueza muscular devido a lesões (YOUODAS et al., 2015; EKSTROM; DONATELLI; KNEJU, 2007).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os exercícios analisados podem ser utilizados em um treino de progressão, com o intuito de aumentar a intensidade do exercício para o músculo bíceps femoral, podendo ser prescrito como primeiro exercício a ponte com apoio bipodal, seguido de apoio unipodal e avançando para base instável. Já para os músculos extensores de joelho estes exercícios proporcionam pouco estímulo, podendo ser aplicados em uma fase inicial de reabilitação de pacientes com esta musculatura debilitada.

Por fim, é possível recomendar a utilização do exercício de ponte supino e suas variações para prevenção e tratamento de lesão musculares do grupo isquiotibial.

6 REFERÊNCIAS

ANDERSEN, L. L.; MAGNUSSON, S. P.; NIELSEN, M.; HALEEN, J.; POULSEN, K.; AAGAARD, P. Neuromuscular activation in conventional therapeutic exercises and heavy resistance exercises: implications for rehabilitation. **Journal of the American Physical Therapy Association**, Alexandria, v. 86, n. 5, p. 683-97, 2006.

EKSTROM, R. A.; DONATELLI, R. A.; KNEJU, C. C. Electromyographic Analysis of Core Trunk, Hip, and Thigh Muscles During 9 Rehabilitation Exercises. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, Alexandria, v. 37, n. 12, p. 754-62, 2007.

GARCIA, F. J.; BARBADO, D.; MOYA, M. Trunk stabilization exercises for healthy Individuals. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 200-11, 2014.

HERMENS, H. J.; FRERIKS, B.; MERLETTI, R.; STEGEMAN, D.; BLOK, J.; RAU, G.; DISSELHORST-KLUG, C.; HAGG, G. **SENIAM 8: European Recommendations for Surface Electromyography: Results of the SENIAM Project**. Enschede. The Netherlands: Roessingh Research and Development, 1999.

MALLIAROPOULOS, N.; MENDIGUCHIA, J.; PEHLIVANIDIS, H.; PAPADOPOULOU, S.; VALLE, X.; MALLIARAS, P.; MAFFULLI, N. Hamstring exercises for track and field athletes: injury and exercise biomechanics, and possible implications for exercise selection and primary prevention. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 46, p. 846-51, 2012.

RASCH, P. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada**. 7 ed. São Paulo: Guanabara, 1991.

SHERRY, M. Rehabilitation Guidelines Following Proximal Hamstring Primary Repair University of Wisconsin School of Medicine and Public Health. **Science Drive**, n. 621, 2011. Disponível em: <http://www.uwhealth.org/files/uwhealth/docs/pdf5/sm-27464_hamstring_protocol.pdf>. Acessado em: 25 de Fevereiro de 2015.

WILLIAMS, M. R. **Electromyographic Analysis of Hip and Knee Exercises: a Continuum from Early Rehabilitation to Enhancing Performance**. 2013. 141f. Dissertação (Mestrado). University of

Hertfordshire, Hertfordshire, 2013.

YOUHAS, J. W.; HARTMAN, J. P.; MURPHY, B. A.; RUNDLE, A. M.; UGOROWSKI, J. M.; HOLLMAN, J. H. Magnitudes of muscle activation of spine stabilizers, gluteals, and hamstring during supine bridge to neutral position. **Physiotherapy Theory Practice Early Online**, London, v. 11, n. 1-10, p. 1-10, 2015.

Autor correspondente: **Anelize Cini**

E-mail: **anelizecini@yahoo.com.br**

Recebido em 29 de setembro de 2015.

Aceito em 23 de fevereiro de 2016.