Análise comparativa da força muscular e atividade elétrica entre o vasto medial e vasto lateral na cadeira extensora.

Felipe Longo Correia de Araújo[1]
Elvis Costa Crispiniano[2]
Felipe Heylan Nogueira de Souza[3]
Michel Bruno Pinheiro de Oliveira[3]
Tássio Allison Pedrosa Nogueira[4]

RESUMO: O fortalecimento muscular do quadríceps femoral, tem sido bastante estudado nos últimos tempos, porém a literatura diverge quanto à angulação para ativação destes músculos e seus sinergistas com a utilização da cadeira extensora. **OBJETIVO:** Correlacionar à resposta eletromiográfica e a força muscular entre o vasto medial e o vasto lateral durante o exercício na cadeira extensora. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Participaram deste estudo 26 voluntárias, do gênero feminino, com faixa etária entre 18 e 30 anos, saudáveis, praticantes de atividades física há mais de seis meses. A pesquisa foi desenvolvida em uma academia de Ginástica de uma instituição de ensino superior. Para a realização dos esforços isométricos de extensão da perna foi utilizado um cadeira extensora marca Physicus®, a captação mioelétrica realizada pelo eletromiográfo Miotol 400 e a força muscular avaliada por uma célula de carga do tipo Berman com capacidade nominal de 200 kgf de tração ou compressão. Os dados foram interpretados e normalizados através do programa Miografh 2.0, e posteriormente analisados por meio do teste estatístico *T-student* e ANOVA para amostra pareadas.

PALAVRAS-CHAVES: Eletromiografia, Força Muscular, Quadríceps.

ABSTRACT: The quadriceps femoris muscle strengthening has been studied extensively in recent times, but the literature differs on the angulation for activation of these muscles and their synergists using the leg extension. **OBJECTIVE:** To correlate the electromyographic response and muscle strength between the vastus medialis and vastus lateralis during exercise in knee extension. **MATERIALS AND METHODS:** The study included 26 volunteers, female, aged between 18 and 30 years, healthy, practicing physical activities for more than six months. The research was carried out at a gym gymnastics of a higher education institution. Efforts to achieve the isometric leg extension leg extension was used Physicus ® brand, the collection held by myoelectric Miotol 400 electromyography and muscle strength measured by a load cell type Berman with nominal capacity of 200 kgf tension or compression. Data were processed and normalized using the program Miografh 2.0, and subsequently analyzed using the t-student statistical test and ANOVA for paired sample.

KEYWORDS: Electromyography; Muscle Strength, Quadríceps.

1 - Mestrando em Ciências da Saúde pela Universidade Cruzeiro do Sul - UNICSUL - São Paulo – SP;
2 - Mestrando em Ciências da Saúde pela Universidade Cruzeiro do Sul - UNICSUL - São Paulo - SP Fisioterapeuta especialista em Traumato-ortopedia e Cinesioterapia, Professor do Curso de bacharelado em Fisioterapia das Faculdades Integradas de Patos – FIP.
3 – Fisioterapeuta;
4 – Acadêmico do Curso de Bacharelado em Fisioterapia das FIP.

INTRODUÇÃO

A articulação do joelho é a maior articulação do corpo humano, formada por três ossos: fêmur, tíbia e patela e caracterizada como uma articulação do tipo sinovial. A sua anatomia permite a sustentação e descarga de peso, haja vista sua formação advir de três outras articulações, sendo duas de forma direta e uma de forma indireta. As articulações tibiofemoral e patelofemoral são responsáveis pela sustentação do peso corpóreo, já a articulação tibiofibular proximal, atua de forma indireta, pois possuem tecidos moles que se conectam e influenciam nos movimentos deste complexo articular (HALL, 2009). Dentre os músculos que compõem o quadríceps femoral encontra-se o Vasto Medial (VM) que possui como função a extensão do joelho e impedir a lateralização da patela, e o Vasto Lateral (VL), cuja ação é realizar também a extensão do joelho, tendo sua principal ação no início do movimento. Esse mesmo autor ainda complementa afirmando que o primeiro contrai-se na fase final da extensão e pode ser considerado como antagonista sobre a rotação lateral do VL. O segundo músculo, por sua vez, é considerado como antagonizando a rotação medial do VM (VALERIUS *et al*, 2005).

A força muscular pode ser definida como a maior força mensurável exercida por um músculo ou grupo muscular para vencer a resistência durante o esforço físico (KISNER; COLBY, 2009). Existem vários meios de se quantificar a força de um músculo especifico ou grupo muscular, dentre eles temos a célula de carga que é um dispositivo eletromecânico que mede a deformação ou flexão de um corpo e a transforma em uma saída de tensão. O sinal gerado por esse dispositivo é quantificado em microvolts e se altera proporcionalmente à medida que aplicamos uma carga em sua estrutura física, sendo transformado em Quilograma Força (Kgf) (PRUDENTE, 2007).

Em meados da década de 40, vem-se utilizando a eletromiografia de superfície, como forma de analisar e estudar as funções e disfunções do sistema muscular durante o movimento humano, surgindo desta forma, o interesse de diversas áreas como a fisioterapia e medicina esportiva na realização de estudos sobre o movimento humano. Podemos citar as investigações de estratégias musculares de estabilização articular, avaliação da atividade muscular durante atividades funcionais, como a marcha e a transferência de peso e caracterização da atividade muscular obtida durante a realização de exercícios terapêuticos (OCARINO *et al*, 2005).

A origem do sinal eletromiográfico é o potencial de ação, que é disparado por cada unidade motora ativada durante a contração muscular, caracterizado pela soma de todas as unidades motoras, formando assim o sinal eletromiográfico (CAMARGOS, 2006). Este sinal pode ser captado através de eletrodos superficiais colocados na pele (CARVALHO *et al.*, 2001; BASSANI *et al.*, 2008).

Prudente (2007), completa dizendo que a eletromiografia tem como objetivo avaliar a atividade muscular durante determinado movimento, a sincronização dos músculos ativados, a intensidade e duração da contração muscular e a atividade elétrica de músculos sinergistas e/ou antagonistas. Este estudo teve como objetivo correlacionar à resposta eletromiográfica e a força muscular do vasto medial, vasto lateral e tibial anterior durante o exercício na cadeira extensora. Justificando-se assim devido à grande utilização da cadeira extensora para o trabalho de fortalecimento do quadríceps femoral,

sem, no entanto, sem desacreditar na hipótese que existe alguma influência do dorsiflexor no que refere-se à ativação eletromiográfica e a força do quadríceps femoral durante o treinamento desse grupo muscular, principalmente quando se refere ao vasto medial e o vasto lateral, considerados estabilizadores dinâmicos da articulação do joelho.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal do tipo exploratória, visto que refere-se a uma descrição objetiva e sistemática de um determinado assunto e que se apresenta através de um conjunto de quadros, tabelas e medidas analisados com ênfase na quantificação de seus elementos (MARCONI; LAKATOS, 2008). Do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa caracteriza-se como exploratória, já que almeja-se levantar dados acerca de um determinado elemento, delimitando um campo de trabalho e mapeando as condições de manifestação desse elemento (SEVERINO, 2007). A coleta de dados foi realizada na academia de ginástica de uma instituição de ensino superior, durante o segundo semestre de 2011, seguindo uma mesma média de horário e mediante autorização institucional, onde o trabalho teve aprovação pelo Cômite de Ética e Pesquisa.

Amostra

Participaram deste estudo 26 sujeitos do gênero feminino, saudáveis, praticantes de atividades físicas há mais de seis meses, sem história pregressa de lesão na articulação do joelho, dessa forma, não foram incluídos no estudo indivíduos com história pregressa de patologias osteomioarticulares envolvendo a articulação do joelho, sujeitos do gênero masculino, bem como indivíduos com idade superior a 30 anos e Índice de Massa Corporal (IMC) fora da faixa recomendada, isto é, entre 18,5 e 24,5 kg/cm2 (POWERS; HOWLEY, 2009; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2008). A tabela 1 apresenta a caracterização antropométrica da amostra investigada através de estatística descritiva, mediante os valores de média e desvio padrão.

Tabela 1: Caracterização da Amostra.

VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
PESO (Kg)	45	70	56,06	6,14
ESTATURA (m)	1,50	1,75	1,63	6,11
IMC (Kg/m²)	18,50	24,20	21,38	1,65

IDADE (anos)	18	27	20,8	2,38

Legenda: Kg:Quilogramas; m: Metros; IMC: Índice de Massa Corpórea; Kg/m2: Quilogramas por metro quadrado.

Instrumentação

Para a coleta de dados utilizou-se o eletromiográfo Miotol 400 (Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda, São Paulo - Brasil), de quatro canais, com amplificador de ganho em 100x, faixa de rejeição a modo comum de 110db. A captação mioelétrica foi realizada por eletrodos descartáveis auto-adesivos do tipo passivo da marca Maxicor® (Pinhais /São Paulo - Brasil), compostos por espuma adesivada, rebite de prata (Ag/AgCl), gel condutor de celulose sólido e protegido por uma lâmina de PVC, acoplado ao paciente seguindo a padronização sugerida pela *Surface Electromyography for a Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAN), órgão responsável pela divulgação da padronização de estudos que utilizam a eletromiografia de superfície como metodologia.

Para avaliação da força muscular foi acoplada ao eletromiográfo uma célula de carga do tipo Berman, construída em alumínio com *strain gauge* e capacidade nominal de 200 quilogramas força (kgf) de tração ou compressão, calibrada antes do experimento através de uma anilha com 20 kg de carga, obtendo-se assim, um sinal inicial de 0,00 kg. Para a realização dos esforços isométricos de extensão da perna foi utilizada, uma cadeira extensora da marca Physicus® (Auriflama /São Paulo - Brasil), tamanho: 103 x 43 x 171 cm. Os dados antropométricos foram colhidos com o auxílio de uma balança analógica da marca Micheletti® com fita métrica integrada (Modelo 33, Micheletti, São Paulo - Brasil).

Procedimentos experimentais

Para avaliar a ativação muscular no exercício, um processo de preparação da pele foi realizado, visando diminuir sua impedância, através da higienização abrasiva com álcool a 70%. Em seguida os eletrodos foram colocados no ventre dos músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) do membro inferior dominante.

Protocolo experimental

Os sujeitos foram posicionados na cadeira extensora, e orientados a realizarem extensão do joelho dominante, partindo da posição inicial estabelecida em 90º até a posição final, estabelecida em 45º, ambas mensuradas através de um goniômetro universal, realizando uma Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) mantida por cinco segundos, estimulada com comando verbal, e associada com a realização da dorsiflexão. Após completa a fase inicial de execução do exercício, foi concedido um período de recuperação de dois minutos e posteriormente, foi iniciada a segunda execução do movimento, seguindo o mesmo raciocínio do exercício anterior, porém sendo realizada a flexão plantar.

Análise estatística

Os valores da *Root Mean Square* máxima (RMS), expressos em microvolts (µV), foram normalizados e modificadas para valores relativos, descritos em porcentagem (%), através do *software* Miograph 2.0 (Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda, São Paulo - Brasil). E os valores referentes a força foram expressos em

Quilograma Força (Kgf), em seguida, tais valores receberam tratamento estatístico pelo *software* PASW *Statistic* 18.0 *for Windowns*, enfocando a estatítica descritiva e a comparação de médias pelo *Test-T de Student* para amostras pareadas e utilizando-se um nível de confiabilidade em 95%. Para a confirmação dos resultados, além do *Test-T de Student,* aplicou-se ainda a comparação de medidas pelo método ANOVA para amostras repetidas, com valor de significância de 95%, e um respectivo pós teste de correção do intervalo de confiança pelo método *Benferroni,* ainda com a utilização do mesmo *software*.

RESULTADOS

Verificou-se durante o exercício de extensão do joelho, com contração isométrica voluntária máxima a 45° e flexão plantar associado, que o Vasto Medial (VM) apresentou média de 104,39% de atividade elétrica, e Desvio Padrão (DP) de ±19,41 , o Vasto Lateral (VL) apresentou média de 98,94% e DP de ±18,29. Após aplicação do Método ANOVA para medidas repetidas, o valor de significância foi de 0,558 , não sendo evidenciadas diferenças estatísticas significativa na comparação entre os músculos analisados.

Tabela 2: Valores de estatística descrita no movimento de extensão do joelho à 45° associada à Flexão Plantar.

VARIÁVEIS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
VASTO MEDIAL	68 %	150,5 %	104,3 %	19,4
VASTO LATERAL	62,9 %	141,7 %	98,9 %	18,2
FORÇA	12,8 KgF	33,5 KgF	22,9 KgF	5,9 KgF

Legenda: %: Porcentagem; KgF: Quilogramas Força.

Na extensão do joelho com contração isométrica voluntária máxima a 45° associado à Dorsiflexão o músculo vasto medial apresentou média de 98,12% de atividade elétrica, e desvio padrão de ±18,45 , o vasto lateral apresentou média de 99,28% e desvio padrão de ±19,51. Após aplicação do Método ANOVA para medidas repetidas, e com valor de significância de 95%, o valor de significância foi de 0,439. Onde não foram evidenciadas diferenças estatísticas significativa na comparação entre os músculos analisados, isto é, durante a avaliação nenhum músculo se sobrepôs a outro.

Tabela 3: Valores de estatística descrita no movimento de extensão do joelho à 45° associada à Dorsiflexão Plantar.

VARIÁVEIS	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO

VASTO MEDIAL	68,8 %	147,9 %	98,1 %	18,4
VASTO LATERAL	61,1 %	132,2 %	99,2 %	19,5
FORÇA	12,9 KgF	37,3 KgF	23,9 %	6,4 KgF

Legenda: %: Porcentagem; KgF: Quilogramas Força.

A tabela 4 demonstra a comparação das médias dos músculos durante a execução nos dois movimentos, o músculo Vasto Medial (VM) atinge melhor medida na execução do movimento associado à Flexão Plantar com 104,39%. O músculo Vasto Lateral (VL) apresenta maior média no exercício associado à Dorsiflexão com 99,28%. A maior média da Força também foi observada neste mesmo exercício com 23,93 Kgf. Porém após análise dos dados através do método teste t-student para amostras pareadas, com nível de significância de 95%, não foram observadas diferenças significativas nos músculos analisados.

Tabela 4: Comparação das médias da atividade elétrica e força na extensão do joelho à 45°, mediante estatística.

VARIÁVEIS	FLEXÃO PLANTAR	DORSIFLEXÃO	P
VASTO MEDIAL	104,3 %	98,1 %	> 0,05
VASTO LATERAL	98,9 %	99,2 %	> 0,05
FORÇA	22,9 KgF	23,9 KgF	> 0,05

Legenda: %: Porcentagem; KgF: Quilogramas Força.

DISCUSSÃO

Ribeiro *et al* (2007) realizaram um estudo eletromiográfico para quantificar a atividade muscular do quadríceps e tibial anterior durante a realização de agachamento unipodal associados a cinco tipos de posição do pé: posição neutra, sobre cunha com 10º de declive, sobre cunha com 10º de aclive, sobre cunha com 10º de inclinação medial e sobre cunha com 10º de inclinação lateral. Os resultados deste estudo sugerem que diferentes tipos de posicionamento do pé durante o agachamento unipodal não provocam alterações no padrão de recrutamento muscular, do ponto de vista estatístico. Alves *et al* (2009), verificaram a atividade elétrica bilateral durante o agachamento padrão e declinado.

A análise quantitativa revelou que o padrão de atividade muscular durante os agachamentos padrão e declinado foram similares, e a análise quantitativa não revelou diferenças na atividade eletromiográfica. No presente estudo, realizado em cadeia cinética aberta (CCA),. Uma possível justificativa seria a sua função de sinergista na extensão do joelho à 45°, já que se evidenciou um aumento na média da força muscular

e posteriormente uma diminuição da atividade elétrica dos músculos VM e VL quando comparado à média no exercício com flexão plantar. Gramani-Say *et al* (2006) realizaram um estudo investigando os efeitos da rotação do quadril na atividade elétrica dos músculos Vasto Medial Oblíquo (VMO), Vasto Lateral Oblíquo (VLO) e Vasto Lateral Longo (VLL) no agachamento a 45º.

Foram Avaliadas 27 mulheres, sendo 15 sem história de lesão articular e 12 portadoras de Síndrome da Dor Femoropatelar. Os resultados sugerem que a rotação do quadril não influencia a atividade elétrica das porções do quadríceps nos dois grupos no agachamento a 45º de flexão do joelho, não sendo evidenciadas diferenças significativas entre os músculos. Apesar de ser realizadas em CCA e sem associar a rotação do quadril, o presente estudo foi realizado com sujeitos sem história de lesão articular e também não foi evidenciada diferenças estatísticas na atividade elétrica entre os músculos VLO, VMO e VLL que compõem o quadríceps femoral.

Cabral *et al* (2008) compararam a eficácia do fortalecimento muscular do quadríceps na recuperação funcional da SDFP através da eletromiografia. No estudo em questão, foram selecionadas 20 mulheres com SDFP e divididas em dois grupos: o Grupo 1, o qual realizou fortalecimento do músculo quadríceps femoral em CCA e o Grupo 2, o qual realizou o mesmo exercício, porém em cadeia cinética fechada (CCF). Os resultados mostraram que houve um aumento da atividade eletromiográfica do VL em CCA, discordando com este estudo, onde não houve diferença estatística na atividade elétrica entre o VL e o VM, porém estes músculos demonstraram maior atividade elétrica quando associado à flexão plantar.

CONCLUSÃO

Quando comparados, o músculo Vasto Medial (VM) atinge uma melhor média de ativação na execução do movimento associado à flexão plantar. O Vasto Lateral (VL) apresenta a maior média em dorsiflexão. Em relação à força muscular, a maior média de força foi observada na dorsiflexão, porém, não foram observadas diferenças significativas nos músculos analisados. Diante do que foi discutido, sugere-se a realização de outros estudos, principalmente com uso prático dentro de academias e clinicas de fisioterapia utilizando diferentes angulações como, por exemplo, 90° e 0° de amplitude articular associado ou não a ativação do tibial anterior, como também verificar a eficácia desse equipamento na presença de determinadas patologias na articulação do joelho, como por exemplo, na recuperação da instabilidade fêmoro-patelar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSANI, E.*et al*. Avaliação da ativação neuromuscular em indivíduos com escoliose através da eletromiografia de superfície. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 12, n. 1, Jan/Fev. 2008.

CABRAL C.M.N.; MELIM A.M.O.; SACCO I.C.N; MARQUES A.P. - Fisioterapia em pacientes com síndrome fêmoro-patelar: comparação de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada - **Acta ortopédica brasileira.** v.16 n.3 São Paulo 2008

CAMARGOS, A.C. **O efeito do posicionamento dos membros inferiores durante o movimento de sentado para de pé em hemiparéticos crônicos**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Reabilitação) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CARVALHO, L. *et al*. **Eletromiografia superficial na avaliação da função muscular de pacientes hemiparéticos sob tratamento fisioterapêutico.** 2001**.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – NETEB, Centro de Ciências daSaúde e Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

GRAMANI-SAY K; PULZATTO F; SANTOS GM; VASSIMON-BARROSO V; SIRIANI DE OLIVEIRA A; BEVILAQUA-GROSSI D; MONTEIRO-PEDRO V - Efeito da rotação do quadril na síndrome da dor femoropatelar - **Rev. bras. fisioter. v.10 n.1 São Carlos 2006.**

HALL, S. J. **Biomecânica básica.** 5. ed. Barueri-SP, editora: Manole, 2009.

HERMENS, H. J. et al. **SENIAM: European recommendations for surface electromyography**. Roessingh Research and Development bv, 1999.

KISNER, C; COLBY,L.A. **Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas**. 5° edição, Barueri-SP, editora: Manole, 2009.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008.

MCARDLE, W.D; KATCH, F.L; KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**, 5° edição, Rio de Janeiro-RJ, editora: Guanabara Koogan, 2003.

PERTENSON, L; RENSTRÖN, P. **Lesões do esporte: prevenção e tratamento.** 1° edição, Barueri-SP, editora: Manole, 2002.

PORTNEY e ROY in: **Fisioterapia: Avaliação e Tratamento**. 5 ed. Barueri: Manole, 2010.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício**. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 6 ed. Barueri: Manole, 2009.

PRENTICE, W.E; VOIGHT, M.L. **Técnicas em reabilitação músculoesquelética**. 1° edição, Porto Alegre-RS, editora: Artmed,2003.

PRUDENTE, C.N. **Padrão de coordenação neuromuscular dos membros inferiores de hemiparéticos crônicos durante o movimento sentado para de pé**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Reabilitação) – Escola de Educação Física,

Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

RIBEIRO G; DIONÍSIO VC; ALMEIDA GL- Atividade eletromiográfica durante o agachamento unipodal associado a diferentes posições do pé. **- Revista Brasileira de Medicina do Esporte** vol.13 no.1 Niterói Jan./Fev. 2007.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez Editora, 2007.

VALERIUS, K.P; et al. **O livro dos músculos: anatomia funcional dos músculos do aparelho locomotor.** Barueri-SP, editora: Manole, 2005.