

Gustavo Loureiro Quintão de Souza

**EFEITO DE PROTOCOLOS DE TREINAMENTO COM DIFERENTES DURAÇÕES
DAS AÇÕES MUSCULARES NA CONTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO MÚSCULO
RETO FEMORAL EM RELAÇÃO À ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA TOTAL
DO GRUPO MUSCULAR QUADRÍCEPS FEMORAL**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

2016

Gustavo Loureiro Quintão de Souza

**EFEITO DE PROTOCOLOS DE TREINAMENTO COM DIFERENTES DURAÇÕES
DAS AÇÕES MUSCULARES NA CONTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO MÚSCULO
RETO FEMORAL EM RELAÇÃO À ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA TOTAL
DO GRUPO MUSCULAR QUADRÍCEPS FEMORAL**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à disciplina TCC II, ministrada pela Profa. Dra. Andressa da Silva de Mello, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte do processo avaliativo da disciplina.

Área de concentração: Treinamento

Orientadores: *Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas*
Prof. Dr. Rodrigo César Ribeiro Diniz

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

2016

AGRADECIMENTOS

O presente estudo só foi possível de ser realizado mediante a parceria com a Clínica ECOAR para a realização dos procedimentos de ressonância magnética computadorizada. Este estudo faz parte de um projeto de doutorado, ao qual o doutorando é bolsista da Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar a influência de dois protocolos de treinamento, com diferentes durações de ação muscular, na contribuição percentual do reto femoral, em relação ao quadríceps femoral, numa área de secção transversa (AST) obtida a 50% do comprimento do fêmur. A amostra foi composta por 22 voluntárias divididas em dois grupos experimentais. Durante 10 semanas, as voluntárias dos grupos experimentais (1 e 2) realizaram 3 vezes por semana protocolos de treinamento constituídos de 3-5 séries de 6 repetições a 50% do desempenho no teste de uma repetição máxima (1RM), com duração da repetição de 6s e pausa de 180s no exercício banco extensor de joelhos. A única diferença entre os protocolos de treinamento foi a duração das ações musculares, sendo: Grupo 1: 5s de ação muscular CON e 1s de EXC; Grupo 2: 1s de CON e 5s de EXC. Antes e após as 10 semanas de treinamento, todas as voluntárias foram submetidas a exames de ressonância magnética computadorizada para determinação das AST dos músculos do quadríceps femoral. Após a coleta, todas as variáveis investigadas foram analisadas através de análises de variância com medidas repetidas e o nível de significância adotado foi de 0,05. Os resultados mostram que houve aumento das médias de área de secção transversa relativa do reto femoral, indicando, assim, um aumento da contribuição percentual deste músculo, após as 10 semanas de treinamento. Não foi observada diferença significativa entre os dois grupos experimentais. Com isso, sugere-se que os protocolos de treinamento utilizando diferentes durações de ações musculares na extensão de joelhos, geraram aumentos semelhantes na contribuição percentual do reto femoral em relação a AST do quadríceps femoral, sem haver diferença entre os protocolos.

Palavras-chaves: Duração da ação muscular. Hipertrofia intermuscular. Reto Femoral

INTRODUÇÃO

O treinamento de força na musculação é utilizado por diferentes atletas com o objetivo de aumentar o desempenho esportivo. A hipertrofia muscular, caracterizada pelo aumento da área de secção transversa (AST), e o aumento da força são adaptações esperadas a partir da realização deste tipo de treinamento (WERNBOM *et al.*, 2007). Todavia, o aumento da AST pode não representar uma resposta homogênea entre os diferentes músculos de um grupo muscular (EMA *et al.*, 2013). Narici *et al.* (1996) e Housh *et al.* (1992) encontraram que o aumento da AST não é homogêneo entre os quatro músculos do quadríceps femoral. Confirmando essas diferenças, o estudo de Ema *et al.* (2013) mostrou que os aumentos de AST são maiores no músculo reto femoral do que nos vastos lateral, medial e intermédio, também corroborando resultados de estudos anteriores (NARICI *et al.*, 1996; SEYNNES *et al.*, 2007). Porém, outros estudos, como de Häkkinen *et al.* (2001) e Earp *et al.* (2015), não têm encontrado uma hipertrofia muscular significativa no reto femoral mediante protocolos de treinamento de força, mas têm verificado hipertrofia muscular nos vastos lateral, medial e intermédio. Como estes resultados foram encontrados com diferentes protocolos de treinamento, é possível hipotetizar que a manipulação das variáveis que o compõe seria responsável por esta resposta diferenciada de hipertrofia muscular no reto femoral. Contudo, não é possível dizer se esta adaptação específica pode ser induzida pela manipulação de alguma variável específica do protocolo de treinamento.

Uma das variáveis que compõe o protocolo de treinamento é a duração da repetição. Estudos têm demonstrado que a manipulação dessa variável influencia respostas agudas e crônicas no treinamento de força. No estudo de Goto *et al.* (2009) foi encontrado que protocolos com duração da ação muscular concêntrica (CON) maior do que a duração da ação muscular excêntrica (EXC) ocasionam maiores respostas de lactato e cortisol no sangue do que protocolos com maior duração de EXC do que CON. Adicionalmente, no estudo de Gillies *et al.* (2006), foram encontradas concentrações elevadas de cortisol no sangue, após 24 horas da realização de um treinamento, nos indivíduos que realizaram o protocolo com maior duração da ação concêntrica (6s) do que EXC (2s) comparado ao protocolo de treinamento com maior duração da ação EXC (6) do que CON (2s) . Esse resultado

fornece subsídios indiretos de maior estresse fisiológico e, conseqüentemente, maior dano muscular. Os estudos citados acima indicam que protocolos de treinamento com mesma duração da repetição, mas compostos com maior duração da ação muscular CON, podem ocasionar maior estresse metabólico do que protocolos com maior duração da ação EXC. Entretanto, estes estudos, ao compararem os protocolos com diferentes durações das ações musculares, não equipararam o número de repetições e a intensidade. Assim, os resultados do mesmo devem ser considerados com cautela e permitem o questionamento sobre o quanto esta falta de equiparação influenciou os resultados encontrados. Além disso, considerando os possíveis ganhos de hipertrofia muscular, em decorrência das diferentes respostas metabólicas geradas pelo treinamento, não se sabe ainda, se esses ganhos seriam semelhantes entre os quatro músculos que constituem o grupo muscular quadríceps femoral. Como diferentes protocolos de treinamento podem ocasionar respostas diferenciadas de hipertrofia do músculo reto femoral, seria relevante investigar o efeito desta variável na resposta deste único músculo biarticular do quadríceps femoral. Tais respostas hipertróficas foram expressas em alguns estudos através da contribuição percentual deste músculo em relação à AST total do quadríceps femoral (EMA *et al.*, 2014; HUG *et al.*, 2006). A contribuição percentual, representando neste caso, a porcentagem de área que cada músculo possui dentro da AST total do quadríceps femoral pode ser um dado interessante para abordar respostas diferenciadas e induzidas por treinamentos específicos. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é analisar a influência de dois protocolos de treinamento com diferentes durações das ações musculares na contribuição percentual do músculo reto femoral em relação ao grupo muscular quadríceps femoral, considerando um determinado ponto de corte para análise da AST.

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostra

Participaram do estudo 22 voluntárias entre 18 e 34 anos, 11 em cada grupo. Elas foram recrutadas a partir de avisos fixados nos murais da EEFETO e da UFMG e por meio de contatos pessoais com as mesmas. As voluntárias atendiam os seguintes critérios: 1) Terem entre 18-35 anos; 2) Ausências de lesões músculo-esqueléticas nos últimos seis meses nos membros inferiores, coluna e pelve; 3) não estarem participando de qualquer atividade que envolva treinamento de força para membros inferiores nos últimos seis meses. A tabela 1 apresenta a caracterização de massa, estatura, percentual de gordura.

Tabela 1 . Caracterização da Amostra

Variável	Grupo	Média ± SD	Min . Max
Idade (anos)	1-5	21,3 ± 1,9	19 . 26
	5-1	20,8 ± 2,0	18 . 25
Massa (kg)	1-5	59,6 ± 7,7	52,8 . 78,5
	5-1	57,3 ± 8,0	43,8 . 69,3
Estatura (cm)	1-5	162,1 ± 5,1	153 . 169
	5-1	160,6 ± 6,0	152 . 170
Percentual de gordura (%)	1-5	25,7 ± 5,9	19,1 . 39,7
	5-1	23,8 ± 4,0	19,2 . 30,8

Desvio padrão (± SD); Min . Mínimo; Max . Máximo; n = 22
1-5(1s CON/5s EXC) // 5-1(5s CON/1s EXC)

Antes de iniciarem a participação neste estudo, todas as voluntárias receberam todas as informações quanto aos objetivos e aos procedimentos metodológicos do estudo. Elas deram seu consentimento por escrito para participação neste estudo e estavam cientes de que a qualquer momento poderiam deixar de participar da pesquisa. Toda a coleta de dados foi realizada no Laboratório do Treinamento em Musculação (LAMUSC) da EEFETO da UFMG exceto os exames de ressonância magnética que foram realizados na Clínica ECOAR. Este estudo possui o Certificado de Apresentação para Aprovação Ética (CAAE) número

30594714.0.1001.5149.

2.2 Instrumento

Todos os testes e treinamentos foram realizados em um aparelho banco extensor de joelhos da marca Master Equipamentos®.

2.3 Procedimentos

2.3.1 Sessão de coleta 1 e 2. Teste de 1RM

Primeiramente, as voluntárias receberam as informações sobre o estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo em seguida caracterizadas com relação a sua massa corporal, percentual de gordura e estatura. O cálculo do percentual de gordura foi realizado de acordo com o protocolo utilizado por Jackson e Pollock (1978), enquanto massa corporal foi obtida por meio de uma balança digital (FILIZOLA, Brasil) com precisão de 0,1 kg, e a estatura foi registrada pelo estadiômetro acoplado, com precisão de 0,5cm (FILIZOLA, Brasil).

Posteriormente, as voluntárias foram posicionadas no banco extensor de joelhos e foi realizado o teste de 1RM. O teste de 1 RM seguiu orientações já utilizadas em estudos anteriores (DINIZ *et al.*, 2014; LACERDA *et al.*, 2016): número máximo de seis tentativas; progressão gradual do peso mediante percepção das voluntárias e dos avaliadores (ajuste mínimo 1,0 kg). Foi adotada uma pausa de 3 min. entre tentativas que também é bastante comum na literatura (EARP *et al.*, 2015; RONNESTAD *et al.*, 2011). O peso no aparelho foi progressivamente aumentado até que a voluntária não conseguisse a amplitude de movimento determinada na ação CON, ou seja, alcançar a posição de 30° de flexão de joelhos (0° = joelho estendido). Desta forma, o valor de 1RM correspondia ao peso levantado na tentativa anterior. Cada tentativa no teste de 1RM seguiu a mesma sequência: após o posicionamento da voluntária no equipamento conforme a padronização individual, a voluntária

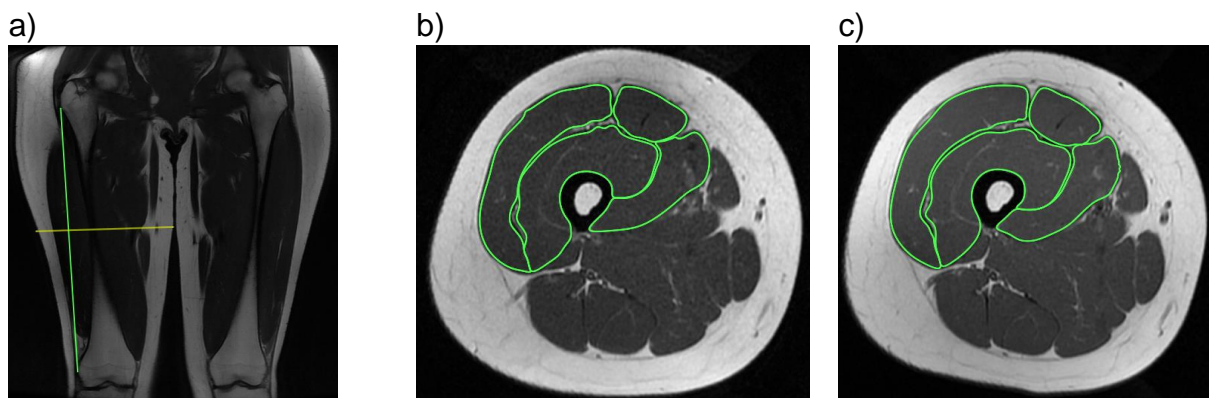
realizava uma ação CON até alcançar no mínimo 30° de flexão de joelhos e, em seguida, realizava uma ação EXC até a amplitude de movimento (ADM) inicial. Tendo como referência o desempenho no teste de 1RM na sessão 1, que foi utilizada para familiarização com o teste, as voluntárias foram divididas em cada um dos 2 grupos experimentais. O resultado do desempenho no teste de 1RM na sessão 2 foi utilizado para determinação do peso nas duas primeiras semanas de treinamento.

2.3.2 Sessões de coleta 3 e 34 . Exame de Ressonância Magnética

Nas sessões de coleta 3 e 34, denominadas de Pré e Pós-teste, respectivamente, as voluntárias foram direcionadas para o exame de ressonância magnética computadorizada (RMC) na Clínica de Diagnóstico de Imagens ECOAR, a qual possui médicos e técnicos especializados neste tipo de procedimento. Ao chegar à clínica, as voluntárias ficaram sentadas sem realizar nenhuma atividade por pelo menos 20 min. Posteriormente, as voluntárias ficavam deitadas em uma maca com os músculos relaxados por pelo menos 5 minutos antes que os exames fossem realizados. O procedimento de RMC foi realizado em um aparelho Sigma HDX 1,5 Tesla (GE Medical System, USA) com tempo de repetição de 600 ms, tempo de eco de 8,4 ms, com espessura do corte de 6 mm, intervalo de corte de 0,6mm, campo de visão de 240 mm e resolução de 320 x 256 pixels. No aparelho as voluntárias tinham seus membros inferiores unidos para evitar rotação e foram instruídas a permanecerem relaxadas e evitarem movimentos dentro do aparelho durante a aquisição da imagem. Inicialmente, foram realizadas três imagens coronais próximas ao fêmur. Com base nestas imagens coronais, foi possível detectar e realizar imagens axiais da coxa direita entre o trocanter maior até epicôndilo lateral do fêmur de cada voluntária. O escaneamento axial dos membros inferiores foi realizado através de dois blocos de medidas para minimizar os efeitos de distorção do campo magnético, sendo que no primeiro era utilizada uma bobina para melhora da qualidade das imagens na metade superior da coxa e na segunda a inferior. As Imagens axiais e coronais das sessões 3 e 34, foram arquivadas para posterior análise.

Através da utilização das imagens coronais no *software* Osirix 6.0, foi possível determinar a distância entre o trocânter maior até o epicôndilo lateral do fêmur. Posteriormente, determinou-se na imagem o ponto correspondente a 50% desta distância para cada voluntária. Nestas imagens, foram marcadas manualmente com a ajuda do *software* Osirix as áreas de secção transversa (AST) dos músculos reto femoral, vastos medial, lateral e intermédio. A FIG 1 apresenta os músculos delimitados no pré e no pós-testes nos comprimentos do fêmur estabelecidos de uma voluntária.

Figura 1 . Áreas de secção transversa a 50% comprimento do músculo. a) Vista coronal com corte a 50% do comprimento do trocânter maior até o epicôndilo lateral. b) AST dos músculos do quadríceps no pré teste c) AST dos músculos do quadríceps no pós teste



Posteriormente a determinação das AST dos músculos que compõe o quadríceps femoral, foi calculada a contribuição relativa de cada músculo em relação à AST do quadríceps femoral. Este cálculo foi realizado dividindo a AST absoluta do músculo pela AST do quadríceps femoral (somatório das AST do reto femoral; vastos lateral, intermédio e medial) e em seguida multiplicando por 100. Este procedimento de relativização foi realizado com as AST do pré e do pós-teste.

2.3.4 Sessões de coleta 4 a 33 . Treinamento

Tendo como referência o desempenho no teste de 1RM na sessão de Familiarização, as 22 voluntárias foram subdivididas de forma balanceada em 2 grupos que realizam protocolos de treinamento no banco extensor de joelhos

durante 10 semanas (3 sessões semanais separadas por 48-72h) e que se diferenciavam apenas pela duração das ações musculares EXC e CON. Foram realizados para todos os grupos experimentais protocolos de 3-5 séries (semanas 1 e 2 com 3 séries, semanas 3 e 4 com 4 séries e semanas 5 a 10 com 5 séries) de 6 repetições com 50% de 1RM, uma pausa de 180s e duração da repetição de 6s . Estas configurações estão dentro de faixas de valores que são recomendadas para treinamento objetivando hipertrofia muscular (WERNBOM *et al.*, 2007). Para duração das ações musculares foram utilizadas as mesmas investigadas por Goto *et al.* (2009), sendo que cada grupo utilizou uma das seguintes configurações:

1 - Grupo com duração da ação muscular CON de 1 s e EXC de 5s (1-5)

2 - Grupo com duração da ação muscular CON de 5 s e EXC de 1s (5-1)

Foi utilizado um metrônomo para auxiliar as voluntárias a manterem as durações das ações musculares durante o treinamento e as voluntárias tiveram acesso *online* aos dados do potenciômetro numa tela.

2.3.5 Sessão de Coleta 34

Após 72h da 30ª sessão de treinamento, as voluntárias foram encaminhadas para uma nova avaliação de ressonância magnética computadorizada.

2.4 Análise estatística

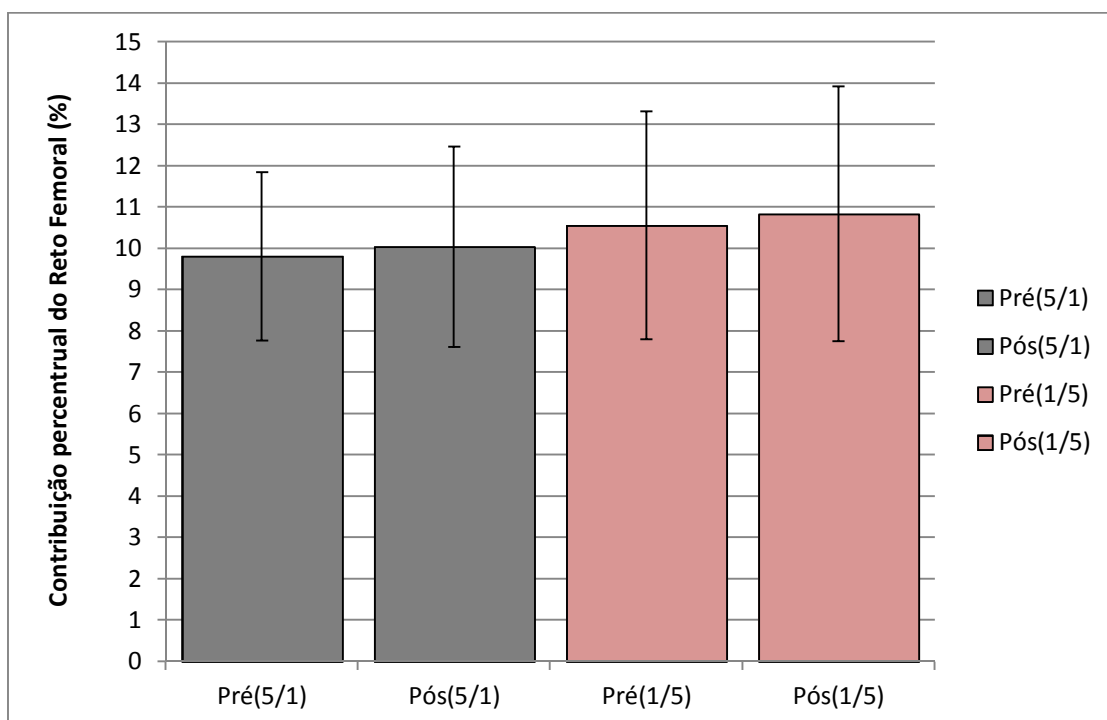
Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva das variáveis do estudo. Por meio dos testes *Shapiro-Wilk* e *Levene* foram verificadas a normalidade da distribuição e a homogeneidade das variâncias das respostas relativas. Em seguida, a contribuição relativa do músculo reto femoral de cada um dos grupos foi analisada através de Análises de Variância *two-way* (fator 1= tempo; fator 2= grupo). Em seguida foi utilizado um *post hoc* de Bonferroni. Os procedimentos de determinação do poder e tamanho do efeito também foram realizados para os fatores principais e

interações da ANOVA. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados nos pacotes estatísticos SPSS 15.0. O nível de significância adotado foi de 0,05.

RESULTADOS

A variável utilizada apresentou distribuição normal e homocedasticidade. No ANOVA *two-way* com medidas repetidas, não foi verificado um F significativo para o efeito principal de grupo ($F_{1,20} = 0,484$; $p = 0,495$; $\eta^2 = 0,024$; poder = 0,102) e para interação grupo x tempo ($F_{1,20} = 0,038$; $p = 0,847$; $\eta^2 = 0,002$; poder = 0,054). Entretanto, foi verificado um F significativo para o efeito tempo ($F_{1,20} = 4,642$; $p = 0,044$; $\eta^2 = 0,188$; poder = 0,536) aonde foi observado que as médias do pós-teste foram maiores do que as do pré-teste. Os valores das médias da contribuição percentual do reto femoral em relação a área de secção transversa do quadríceps femoral são: Grupo 1(1-5) Pré: $10,55 \pm 2,75$ por cento ; Pós $10,82 \pm 3,08$ por cento. Grupo 2 (5-1) Pré $9,80 \pm 2,03$ por cento; Pós $10,03 \pm 2,42$ por cento. O GRAF.1 apresenta os valores os dados descritivos de ambos os grupos.

Gráfico 1- Médias e desvios padrão da contribuição percentual do músculo reto femoral comparando os grupos de treinamento 5-1 e 1-5.



DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar a influência de dois protocolos de treinamento, com diferentes durações de ações musculares, na contribuição percentual do músculo reto femoral em relação à AST total do quadríceps femoral, mensurada por um corte a 50% do comprimento do fêmur. Foi encontrado um aumento na contribuição percentual do músculo reto femoral em ambos os grupos, (Grupo 1-5 e Grupo 5-1), porém não foram observadas diferenças significantes entre os grupos. Através dos resultados encontrados, percebe-se que o músculo reto femoral teve maior aumento da área de secção transversa, comparado aos vastos, justificando, assim, o aumento da sua contribuição percentual em relação à AST total do quadríceps femoral.

Os resultados do presente estudo estão condizentes com a literatura, em que diferentes estudos mostraram aumento da área de secção transversa maior no músculo reto femoral, podendo indicar aumento da contribuição percentual desta musculatura em relação aos demais músculos do quadríceps femoral (HOUSH *et al.*, 1992;. NARICI *et al.*, 1996; SEYNNES *et al.*, 2007; EMA *et al.* 2013).

Considerando os resultados encontrados, é possível supor que o tipo de exercício utilizado no presente estudo, extensão de joelhos, pode ser um fator que influenciou mais os resultados do que a configuração da duração das ações musculares. Todos os estudos anteriores que utilizaram este exercício no treinamento (EMA *et al.*, 2013; NARICI *et al.*, 1996; HOUSH *et al.*, 1992; SEYNNES *et al.*, 2007), encontraram um aumento mais proeminente da área de secção transversa no músculo reto femoral, do que nos vastos lateral, intermédio e medial. Entretanto, para estudos que utilizaram exercícios que envolviam extensão de joelhos juntamente com extensão de quadril (EARP *et al.*, 2015; KANEHISA *et al.*, 2003; HÄKKINEN *et al.*, 2001), foi observado um maior aumento da área de secção transversa e do volume dos músculos vastos lateral, intermédio e medial quando comparado ao reto femoral. Sendo o músculo reto femoral de natureza biarticular, a mudança de comprimento muscular durante a extensão de joelho dinâmica é maior do que comparado a atividades diárias como caminhada e corrida, aonde há extensão e flexão simultânea das articulações do quadril e joelho (NOVACHECK *et al.*, 1998). A alteração do comprimento muscular durante um exercício é

possivelmente um dos fatores que influencia a magnitude da hipertrofia muscular (BLOOMQUIST *et al.*, 2013). Sendo assim, é possível que o treinamento de extensão de joelhos dinâmico ocasionaria um estímulo mais potente para o músculo reto do que para os vastos (WAKAHARA *et al.*, 2015).

Em relação aos dois protocolos de treinamento, usando diferentes durações de ação muscular, não foi observado diferenças significativas entre os grupos. Diferentemente, no estudo de Gillies *et al.* (2006) foi verificado que, o protocolo com maior duração da ação muscular CON (6s CON/2 EXC) comparada ao EXC (6s EXC/2s CON) foi mais eficaz para hipertrofia das fibras do tipo I e II do músculo vasto lateral mensurada por meio de biopsia. Já o protocolo com maior duração das ações EXC (6s EXC/2s CON) provocou aumento apenas nas fibras do tipo I. Contudo, como a biopsia muscular foi realizada no vasto lateral pode ser que os resultados de Gillies *et al.* (2006) não possam ser transferidos para o músculo reto femoral.

Um fator limitante a ser considerando é o tempo de treinamento. Como a hipertrofia muscular é um resposta dependente do tempo de realização do treinamento, é esperado que em períodos curtos a resposta hipertrófica tenha menor magnitude de aumento. Como os protocolos de treinamento eram diferenciados apenas pela duração das ações musculares, as possíveis diferenças na resposta hipertrófica talvez só fiquem detectáveis com períodos maiores de treinamento de força. Outra limitação se deve ao local de mensuração da AST no grupo muscular quadríceps femoral, pois estudos têm verificado que o aumento da AST do músculo não é uniforme entre os músculos que constituem o quadríceps femoral, assim como, ao longo de seu comprimento (NARICI *et al.*, 1996). No estudo de Narici *et al.* (1996) foi encontrado maior aumento da AST nas extremidades distais e proximais, comparada a região média da área de cada músculo. Adicionalmente, no estudo de Kanehisa *et al.* (2003), que utilizou diferentes cortes (30-50-70% do comprimento do fêmur) para mensurar o aumento da AST no quadríceps femoral, foram encontrados maiores aumentos no corte de 30%. Resultado este, que não foi observado em outros cortes. Podemos perceber assim, que é importante analisar as alterações na AST em todo o comprimento muscular.

CONCLUSÃO

Concluí-se com o presente estudo que protocolos de treinamento com diferentes durações de ações musculares geram aumentos semelhantes na área de secção transversa do reto femoral, ocasionando um aumento similar na contribuição percentual deste músculo para o quadríceps femoral.

REFERÊNCIAS

BLOOMQUIST K, LANGBERG H, KARLSEN S, et al. Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. **European Journal of Applied Physiology** , v.113: p.2133-2142, 2013.

DINIZ, R. C. R.; MARTINS-COSTA, H.C., MACHADO, S. C.; LIMA, F. V.; CHAGAS, M.H. Repetition duration influences ratings of perceived exertion. **Perceptual and Motor Skills**. v.118, n.1, p.261 - 273, 2014.

EARP, J.E.; NEWTON, R.U.; CORNIE, P.; BLAZEVIČH, A.J. Inhomogeneous Quadriceps Femoris Hypertrophy in Response to Strength and Power Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.47, n.11, p. 2389-97, 2015

EMA, R.; WAHAHARA, T.; MIYAMOTO, N.; KANEHISA, H.; KAWAKAMI, Y. Inhomogeneous architectural changes of the quadriceps femoris induced by resistance training. **European Journal of Applied Physiology**, v.113, p.2691-703, 2013.

EMA, R.; WAKAHARA, T.; KANEHISA, H.; KAWAKAMI, Y. Inferior Muscularity of the Rectus Femoris to Vasti in Varsity Oarsmen. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 04, p. 293-7, 2014.

GILLIES, E.M.; PUTMAN, C.T.; BELL, G.J. The effect of varying the time of concentric and eccentric muscle actions during resistance training on skeletal muscle adaptations in women. **European Journal of Applied Physiology**, v.97, n.4, p. 443-53, 2006.

GOTO, K.; ISHII, N.; KIZUKA, T.; KRAEMER, R. R.; HONDA, Y.; TAKAMATSU, K. Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions. **European Journal Applied Physiology**, v.106, p.731-739, 2009.

HOUSH DJ, HOUSH TJ, JOHNSON GO, et al. Hypertrophic response to unilateral concentric isokinetic resistance training. **Journal Applied Physiology**; v.73: p.65-70, 1992

HUG, F.; MARQUESTE, T.; LE FUR, Y. et al. Selective training-induced thigh muscles hypertrophy in professional road cyclists. **European Journal of Applied Physiology**, v. 97, n. 5, p. 591-597, 2006.

KANEHISA, H.; FUNATO, K.; KUNO, S.; FUKUNAGA, T.; KATSUTA, S. Growth trend of the quadriceps femoris muscle in junior Olympic weight lifters: an 18-month follow-up survey. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 3, p. 238-242, 2003.

LACERDA, L.; MARTINS-COSTA, H.; DINIZ, R. et al. Variations in repetition duration and repetition numbers influence muscular activation and blood lactate response in protocols equalized by time under tension. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 1, p. 251-258, 2016.

NARICI, M.V. ; HOPPELER. H. ; KAYSER, B. ; LANDONI, L. ; CLAASSEN, H. ; GAVARDI, C. ; CONTI, M. ; CERRETELLI, P. Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. **Acta Physiologica Scandinavica**, n.157, p.175. 186, 1996.

NOVACHEK TF. **The biomechanics of running**. *Gait Posture* ,v. 7:p. 77. 95.1998

RONNESTAD, B.; NYGAARD, H.; RAASTAD, T. Physiological elevation of endogenous hormones results in superior strength training adaptation. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 9, p. 2249-59, 2011.

SEYNNES, O.R.; DE BOER, M.; NARICI, M.V. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high intensity resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v.102, p.368. 373, 2007.

WAKAHARA, T.; EMA, R.; MIYAMOTO, N.; KAWAKAMI, Y. Inter and intramuscular differences in training-induced hypertrophy of the quadriceps femoris: association with muscle activation during the first training session. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, p. n/a-n/a, 2015.

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; THOME, H. The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. **Sports Medicine**, v.37, n.3, p.225-264, 2007.