

ERICA FISCHER FERNANDES CORRADI

**EFEITO AGUDO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE
TREINAMENTO DE FORÇA NA CONCENTRAÇÃO DE
LACTATO E NO SINAL ELETROMIOGRÁFICO NO
EXERCÍCIO AGACHAMENTO**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

2011

ERICA FISCHER FERNANDES CORRADI

**EFEITO AGUDO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE
TREINAMENTO DE FORÇA NA CONCENTRAÇÃO DE
LACTATO E NO SINAL ELETROMIOGRÁFICO NO
EXERCÍCIO AGACHAMENTO**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Área de Concentração: Treinamento Esportivo.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

2011



Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Mestrado em Ciências do Esporte

Dissertação intitulada “**Efeito agudo de diferentes protocolos de treinamento de força na concentração de lactato e no sinal eletromiográfico no exercício agachamento**”, de autoria da mestranda Erica Fischer Fernandes Corradi, em 19 de setembro de 2011, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais e submetida à banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Júlio Cerca Serrão
Departamento de Biodinâmica do Movimento do Corpo Humano
Escola de Educação Física e Esporte
Universidade de São Paulo

Prof.a Danusa Dias Soares
Departamento de Educação Física
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 19 de setembro de 2011

AGRADECIMENTOS

Então chega ao fim uma longa e dolorosa, porém gratificante etapa de minha vida... Mas ninguém disse que seria fácil. E foi com a força e bênção de Deus que eu cheguei até aqui. A Ele agradeço acima de tudo!

Mas diversas pessoas tiveram fundamental importância neste processo! A começar por meus amados pais Glória e Miguel, os pilares de minha vida, agradeço pelo amor, admiração e apoio incondicional. Agradeço às minhas irmãs Gabriela e Carolina, pelo apoio e paciência em um período de tantas variações emocionais. Aos diversos amigos, ao meu cunhado Marcos e familiares que também me incentivaram durante meu mestrado. Aos meus tios Marco Elísio, Ana Célia, Ângelo e João Bosco e aos meus avós Laura e Arilton pelo imenso incentivo profissional.

Ao meu querido Thiago, pelo amor, paciência e compreensão (com sua “mau humorzinho”) especialmente nos últimos meses de trabalho acadêmico.

À minha amiga e professora de inglês Ana Teresa pelo presente especial neste trabalho, sem a qual este “*Abstract*” não teria a mesma qualidade. Ao amigo/irmão e colega de mestrado Felipe Matos, pelas horas de estudo antes do processo de seleção, pela amizade e apoio. Às minhas amigas/irmãs Angélica, Gisele, Michelle e Silvana pelo carinho de sempre. Às minhas amigas/alunas/psicólogas Nilda e Rosane pelo “suporte” psicológico nesta jornada. Ao meu aluno e amigo Newton Louback pelo carinho, admiração e imenso incentivo todos estes anos. Aos meus alunos de *personal training* pela paciência e compreensão quando diversas vezes precisei desmarcar nossas aulas. Aos colegas da Summer pelo espaço de trabalho concedido com tanta confiança.

Agradeço à Universidade Federal de Minas Gerais, pela minha formação profissional e como ser humano. Agradeço a todos os colegas do LAMUSC, fundamentais em todo o processo deste trabalho, desde a elaboração do projeto, ao longo período de coleta de dados, até a análise estatística da dissertação. Agradeço aos meus

amigos e colegas de turma e de mestrado Hugo e Rodrigo “Cachaça” pelos anos de convivência e por todo ensinamento e auxílio neste do caminho acadêmico. Agradeço a todos os voluntários que possibilitaram a realização deste trabalho. Aos membros do LAFISE e Bioquímica, entre eles, Cida e Thiago, pela imensa ajuda e paciência nos processos de análise de sangue. À professora Sílvia por ter me cedido seu computador tão gentilmente pra que eu realizasse minhas coletas. Ao professor Luciano pela oportunidade de aprendizado da prática docente no ensino da dança que tanto me fascina. Aos professores membros da banca pela contribuição ao meu desenvolvimento profissional.

Ao professor Fernando Vitor, que me abriu as primeiras portas acadêmicas na extensão e na pesquisa, a primeira pessoa a ver potencial em mim há tantos anos e quem me inspira pelo imenso entusiasmo profissional. E finalmente ao meu orientador, professor Mauro Heleno pelo voto de confiança apesar de todas as minhas limitações, pela impagável contribuição à minha vida profissional, por me mostrar outras possibilidades de crescimento profissional e pelo exemplo de ser humano, de ética e qualidade profissional.

“... Mire e veja: o mais importante e bonito do mundo é isto: que as pessoas não são sempre iguais, ainda não foram terminadas – mas que elas vão sempre mudando. Afinam e desafinam. Verdade maior. É o que a vida me ensinou.” (Guimarães Rosa)

RESUMO

A duração da repetição e a intensidade influenciam as adaptações agudas e crônicas obtidas a partir do treinamento de força na musculação. O exercício agachamento possui características multiarticulares e de controle complexo de maneira que diferentes possibilidades de ajustes podem ocorrer em função de diferentes condições de treinamento impostas. Os objetivos do presente estudo foram: a) verificar o efeito de diferentes intensidades e durações da repetição na integral do sinal eletromiográfico entre séries de um protocolo e entre diferentes protocolos de treinamento de força; b) verificar o efeito de diferentes intensidades e durações da repetição na integral do sinal eletromiográfico entre as ações musculares concêntricas e excêntricas nas séries dos diferentes protocolos de treinamento; c) verificar o efeito de diferentes intensidades e durações da repetição na concentração de lactato ao longo e entre protocolos de treinamento de força. Participaram da pesquisa 19 voluntários do sexo masculino praticantes de musculação. Nas sessões de coleta 1 e 2 os voluntários realizaram testes de uma repetição máxima (1RM) e familiarização das durações da repetição utilizadas no estudo (4s e 6s) no exercício agachamento guiado. Nas sessões 3 a 6 os voluntários realizaram testes de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) e protocolos de treinamento no agachamento guiado constituídos de três séries de oito repetições, com três minutos de pausa entre séries. Em cada protocolo de treinamento foi utilizada uma intensidade e uma duração da repetição controlada (protocolos A – 60%, 4s; B – 60%, 6s; C – 70%, 4s e D – 70%, 6s). Amostras de sangue foram coletadas em repouso e um minuto após a 1ª e 3ª séries para análise da concentração do lactato sanguíneo. A integral eletromiográfica (iEMG) das ações musculares concêntricas e excêntricas do músculo vasto lateral (VL) foi obtida através da média das repetições de cada série dos quatro protocolos de treinamento. Houve aumento nas concentrações de lactato sanguíneo ao longo do exercício em todos os protocolos ($3^a > 1^a > \text{repouso}$). Aumento significativo da concentração de lactato sanguíneo após o exercício foi observado somente quando a intensidade e a duração da repetição foram aumentadas simultaneamente (protocolo D > A). Ao longo das séries houve aumento da iEMG na ação excêntrica apenas no protocolo com maior duração e intensidade (D) ao se comparar a 3ª com

a 1ª série, já para a ação concêntrica a 3ª série dos protocolos com maior duração apresentou maior iEMG que a 1ª série do respectivo protocolo (B e D). As iEMG das ações concêntricas foram maiores que as respectivas iEMG das ações excêntricas nos protocolos com maior duração da repetição (6s) independente da intensidade de treinamento (B e D). Por fim, ao se comparar as atividades eletromiográficas das ações concêntricas e excêntricas entre os quatro protocolos respostas diversas foram encontradas independentemente do aumento da duração da repetição e/ou intensidade do treinamento. Houve, portanto, maior demanda metabólica ao longo do exercício independente do protocolo de treinamento e maior ativação da das ações concêntricas para os protocolos de maior duração independente da intensidade.

Palavras-chave: Duração da repetição. Intensidade. Lactato sanguíneo. Sinal eletromiográfico.

ABSTRACT

The duration of the repetition and the load intensity have influence in the acute and chronicle adaptation obtained from strength training. The back squat exercise has multi-joint characteristics and complex control in a manner that different possible adjustments may occur due to different training conditions imposed. The purposes of this study were: a) check the effect of different intensities and durations of repetition in integrated electromyographic signal of a protocol and between sets and between different strength training protocols; b) check the effect of different intensities and durations of repetition in integrated electromyographic signal between concentric and eccentric muscle actions in the series of different training protocols; c) check the effect of different intensities and durations of repetition in lactate concentration during and between strength training protocols. Nineteen men with recreational strength training experience, volunteered to this research. In the sessions 1 and 2, the volunteers have undergone tests of a one repetition maximum test (1RM) and familiarization of the duration of repetitions used in the study (4s and 6s) in the Smith machine back squat exercise. In the sessions 3 to 6, the volunteers have undergone tests of maximum volunteer isometric contraction (MVIC), and protocols of Smith machine back squat exercise, consisting of three sets of eight repetitions, with a three minute pause between the sets. In each training protocol, it was used an intensity and one duration of repetition controlled (protocols A – 60%, 4s; B – 60%, 6s; C – 70%, 4s and D – 70%, 6s). Blood samples were collected during rest and one minute after the 1st and 3rd set, to analyses of the blood lactate concentration. The integrated electromyographic signal of the concentric and eccentric actions of the vastus lateralis muscle (VL) was obtained through the average of repetitions of each set of the four training protocols. Increase in the blood lactate concentration was found throughout the exercises in all protocols ($3^{\text{rd}} > 1^{\text{st}} > \text{rest}$). Significant increase of the blood lactate concentration after the exercise was observed only when the intensity and duration of repetitions were simultaneously increased (protocol D > A). Throughout the sets there was an increase of iEMG in the eccentric muscle action only in the protocol with a longer duration of repetition and intensity (D) when comparing the 3rd with the 1st series, however, to the concentric muscle action, the 3rd set of the longer duration of repetition protocols presented higher iEMG than the 1st

set of the respective protocol (B and D). The iEMG of the concentric muscle action was higher than the respective iEMG of the eccentric muscle actions in the longer duration repetition protocols (6s), apart from the training intensity (B and D). At last, when comparing the electromyographic activities of the concentric and eccentric actions among the four protocols, different responses were found, apart from the increase of the duration of repetition and/or training intensity. There was therefore, greater metabolic demand during exercise independent of training protocol and increased activation of concentric actions for the protocols of longer duration independent of intensity.

Keywords: Duration of repetition. Intensity. Blood lactate. Electromyographic signal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Esquema representativo do delineamento experimental do estudo.....	27
FIGURA 2	Equipamento de musculação utilizado no estudo	29
FIGURA 3	Equipamentos para aquisição de dados	30
FIGURA 4	Posicionamento dos eletrodos de superfície	32
FIGURA 5	Padronização de posicionamento	34
GRÁFICO 1	Duração média da repetição considerando os diferentes protocolos de treinamento	38
GRÁFICO 2	Concentração de lactato sanguíneo em repouso, após a 1ª série e após a 3ª série dos protocolos A, B, C e D	44
QUADRO 1	Caracterização dos protocolos de treinamento de força utilizados no estudo	37

LISTA DE TABELAS

1	Caracterização da amostra	28
2	Duração média (s) e desvio padrão das ações musculares excêntricas e concêntricas por série nos protocolos A, B, C e D	39
3	Médias, desvios padrões, valores mínimos e máximos da amplitude de movimento para diferentes protocolos de treinamento	39
4	Média (%) e desvio padrão da iEMG normalizada pela CIVM relativas às ações musculares excêntricas e concêntricas por série nos protocolos A, B, C e D	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	25
1.2	Hipóteses	25
2	MATERIAIS E MÉTODOS	27
2.1	Delineamento experimental	27
2.2	Amostra	28
2.3	Equipamentos	29
2.4	Procedimentos	31
2.4.1	Sessões 1 e 2: Teste de 1RM e familiarização do controle da duração	31
2.4.1.1	Padronização da posição para a realização do exercício	33
2.4.1.2	O teste de 1RM	34
2.4.1.3	Familiarização da duração da repetição	35
2.4.2	Sessões 3 a 6: Protocolos de treinamento	36
2.4.2.1	Teste de CIVM	36
2.4.2.2	Protocolos de treinamento	37
2.5	Variáveis mensuradas	40
2.5.1	Duração da repetição	40
2.5.2	Variáveis eletromiográficas	41
2.5.3	Concentração de lactato sanguíneo	41
2.6	Análise estatística	42
3	RESULTADOS	44
4	DISCUSSÃO	47
4.1	Influência dos protocolos na concentração de lactato sanguíneo ..	48
4.2	Influência dos protocolos na amplitude do sinal eletromiográfico (iEMG)	52
4.2.1	Comparação da iEMG ao longo das séries	52
4.2.2	Comparação da iEMG entre os protocolos de treinamento	56
4.2.3	iEMG entre as ações musculares excêntrica e concêntrica	58
4.3	Limitações do estudo	59
5	CONCLUSÃO	61

REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE A.....	68
ANEXO A.....	71

1 INTRODUÇÃO

Os desempenhos de força muscular são componentes importantes na realização de diferentes demandas esportivas e da vida diária. O aumento na força muscular é comumente atribuído às mudanças na área de secção transversa do músculo (hipertrofia) e na função neural (BLOOMER; IVES, 2000, MORITANI, 1992, SALE, 1992). Diferentes programas de treinamento na musculação são utilizados para provocar tais alterações, sendo que, segundo Crewther; Cronin; Keogh (2005; 2006) e Crewther *et al.* (2006), essas alterações seriam desencadeadas no organismo por diferentes estímulos (mecânico, hormonal e metabólico). Desta forma, a modulação desses estímulos estaria associada às características do programa de treinamento utilizado.

Para a elaboração de um programa de treinamento de força na musculação, diferentes variáveis devem ser consideradas. O número de séries e repetições, o peso, a amplitude do movimento, o intervalo de pausa e a duração da repetição são exemplos de variáveis que podem influenciar a característica do programa de treinamento de força na musculação (CATERISANO *et al.*, 2002, CHAGAS; LIMA, 2008; CREWTER; CRONIN; KEOGH, 2005, KRAEMER; RATAMESS, 2004, SAKAMOTO; SINCLAIR, 2004, SCHWANBECK, CHILIBECK, BINSTED, 2009, TAN, 1999). Desta forma, a relação existente entre as características dos programas de treinamento, determinadas pelas variáveis acima, e as adaptações provocadas encontra-se em permanente debate. Isso vem ocorrendo por que alguns estudos indicaram que protocolos de treinamento distintos podem ser igualmente efetivos para o desenvolvimento da força muscular e hipertrofia (LAMAS *et al.*, 2007; MOSS *et al.*, 1997).

Considerando que as características do protocolo de treinamento representam um papel importante no desenvolvimento das adaptações desejadas (CREWTER; CRONIN; KEOGH, 2008), aumentar o entendimento sobre a importância de cada variável do programa de treinamento e da interação entre elas pode contribuir para uma melhor compreensão das respostas impostas ao organismo pelos diferentes programas de treinamento. Esta argumentação é reforçada pela necessidade da variação da carga de treinamento para que o

organismo continue se adaptando ao longo do processo de treinamento, especialmente considerando indivíduos bem treinados (BLOOMER; IVES, 2000). Contudo, ainda é reduzida a quantidade de informação fornecida pelos estudos experimentais considerando o efeito de cada variável do programa de treinamento e da interação entre elas em variáveis fisiológicas.

Entre as diversas variáveis de um programa de treinamento, a duração da repetição¹ influencia tanto a carga de treinamento (HATFIELD *et al.*, 2006; LaCHANCE; HORTOBAGYI, 1994; SAKAMOTO; SINCLAIR, 2006) como as adaptações agudas e crônicas decorrentes de um programa de treinamento de força (MORISSEY *et al.*, 1998; TANIMOTO; ISHII, 2006).

Alguns estudos têm indicado que a duração da repetição pode influenciar o desempenho de força máxima (KEELER *et al.*, 2001; MUNN *et al.*, 2005; TANIMOTO; ISHII, 2006; WESTCOTT *et al.*, 2001) e de potência (BOTTARO *et al.*, 2007; MORISSEY *et al.*, 1998; NEILS *et al.*, 2005). Contudo, os resultados de alguns desses estudos (KEELER *et al.*, 2001; NEILS *et al.*, 2005; WESTCOTT *et al.*, 2001) devem ser considerados com cautela, devido a possíveis interferências de outras variáveis não controladas, dificultando a interpretação dos resultados.

Para treinamentos objetivando hipertrofia muscular, de forma geral, são sugeridas velocidades de lenta a moderada ou até mesmo moderada a rápida dependendo do estado de treinamento do indivíduo (ACSM, 2009; KRAEMER; RATAMES, 2004). Alguns autores sugerem valores em torno de 5s (BIRD *et al.*, 2005), outros sugerem uma faixa de 2s a 6s (WERNBOM *et al.*, 2007). Porém não há justificativa clara para tais recomendações nestes trabalhos. Durações da repetição de 4s e 6s são tradicionalmente recomendadas (KEELER *et al.*, 2001; KULIG *et al.*, 2001; LACHANCE; HORTOBAGYI, 1994; MORISSEY *et al.*, 1998; NEILS *et al.*, 2005).

Analisando os estudos prévios realizados é possível verificar que pesquisas que investigaram o efeito de durações da repetição, especialmente envolvendo protocolos de treinamento com séries múltiplas, na resposta metabólica e na atividade eletromiográfica ainda são escassas. Tanimoto e Ishii (2006) demonstraram que um protocolo de treinamento com três séries de oito repetições,

¹ Repetição é entendida como o movimento completo do exercício, que normalmente consiste em duas fases: ação muscular concêntrica e ação muscular excêntrica (FLECK; KRAEMER, 2004. p.4)

intensidade de 50% de 1RM, pausas de 60s e com uma duração da repetição de 7s, executado três vezes por semana por 12 semanas, proporcionaria um aumento significativamente maior na área da secção transversa da musculatura comparado com o mesmo protocolo com uma duração da repetição de 3s. Estes mesmos autores também mensuraram o efeito agudo destes protocolos no torque de extensão do joelho e na atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral (V_{LEMG}) durante os protocolos com duração da repetição de 7s e de 3s, respectivamente. Os resultados mostraram que a duração da repetição de 7s produziu uma menor variação do torque de extensão de joelho ao longo da amplitude de movimento, resultando em um padrão da atividade eletromiográfica mais constante ao longo da série diferentemente da duração da repetição de 3s, onde a atividade eletromiográfica apresentou grande variação. Tanimoto e Ishii (2006) também mensuraram o efeito agudo das durações da repetição de 7s e 3s na concentração sanguínea de lactato e na oxigenação periférica da musculatura, medida por meio do espectroscópio infravermelho de ondas contínuas, que mensura a quantidade de oxi-hemoglobina e oxi-mioglobina por meio de alterações no espectro de luz. Foi observada uma maior redução na oxigenação periférica da musculatura na duração da repetição de 7s (com 50% de 1RM) do que na de 3s (com intensidade de 80% de 1RM), sendo que a concentração de lactato sanguíneo teve aumento significativamente maior no protocolo com maior duração da repetição. Estes resultados possibilitam a suposição que uma maior redução na disponibilidade de oxigênio na musculatura poderia contribuir para uma maior utilização das vias anaeróbicas lácticas, resultando em maior concentração de lactato sanguíneo, mesmo em situações de menor intensidade (em % de 1RM).

Como observado no estudo de Tanimoto e Ishii (2006), onde houve alteração na concentração de lactato em função da manipulação da duração da repetição, Mazzetti *et al.* (2007) também verificaram que a duração da repetição influencia a concentração de lactato sanguíneo. Baseando-se nos resultados destes estudos, quando todas as outras variáveis são padronizadas, uma maior duração implica em maior concentração de lactato sanguíneo (MAZZETTI *et al.*, 2007; TANIMOTO; ISHII, 2006). Entretanto, estes estudos não reportam os valores da concentração de lactato sanguíneo entre as séries ao longo de um protocolo de treinamento, apresentando valores pré e pós-exercício. Assim, não é possível

determinar se a resposta do lactato é influenciada por um aspecto específico (ex. duração da repetição) ou pela interação entre durações da repetição, intervalo da pausa e realização de séries múltiplas.

Os estudos de Martins-Costa (2009) e Diniz (2008) demonstraram que aumentos nos tempos de duração da ação muscular excêntrica podem provocar alterações nas concentrações de lactato sanguíneo. Esses autores utilizaram protocolos de treinamento semelhantes, comparando a concentração de lactato sanguíneo ao longo e três séries de seis repetições executadas no exercício supino guiado utilizando durações da repetição de 4s (2s para cada ação concêntrica e excêntrica) e 6s (2s para ação concêntrica e 4s para a ação excêntrica). No estudo de Diniz (2008) foi encontrada maior concentração de lactato sanguíneo para a duração da repetição de 6s após a 3ª série, já no estudo de Martins-Costa (2009) foram verificadas maiores concentrações de lactato após cada série (com exceção da medida de repouso) para o protocolo que utilizou a duração de 6s comparado com o protocolo de 4s de duração da repetição.

O crescimento muscular induzido pelo treinamento de força é um fenômeno complexo que depende de diversos sistemas fisiológicos e vias de sinalização. Esse crescimento ocorre por uma sequência de eventos em cascata: a) ativação muscular; b) eventos sinalizadores advindos da deformação mecânica das fibras musculares, respostas hormonais e imuno-inflamatórias; c) síntese protéica; d) hipertrofia da fibra muscular (SPIERING *et al.*, 2008). Dependendo do protocolo de treinamento de força há um aumento considerável nas respostas de alguns hormônios anabólicos (como o hormônio do crescimento - GH) e a manipulação aguda das variáveis do programa de treinamento determinam a magnitude destas respostas hormonais (SPIERING, *et al.*, 2008). Alguns autores têm sugerido uma relação entre a concentração de lactato provocada por protocolos de treinamento de força e o aumento nas respostas hormonais, que seriam favoráveis à hipertrofia muscular (GOTO *et al.*, 2005; GOTO *et al.*, 2008; KRAEMER; RATAMESS, 2005; TANIMOTO *et al.*, 2005; TANIMOTO; ISHII, 2006). Kraemer *et al.* (1993) verificaram correlações significativas entre concentrações de lactato sanguíneo e hormônio do crescimento para protocolos de treinamento de força. Esses autores sugerem que fatores relacionados ao metabolismo anaeróbico estão ligados ao controle regulatório do hormônio do crescimento (GH). No entanto, não deixaram claro como

tal mecanismo aconteceria. Seguindo essa perspectiva, outros trabalhos sugerem que a concentração do lactato sanguíneo seja um potencial estimulador da secreção de GH no exercício de força (DURAND *et al.*, 2003; TAKARADA *et al.*, 2000). Viru *et al.* (1998) sugerem que maiores acúmulos de metabólitos provocados por exercícios estimulariam metaborreceptores localizados no grupo de fibras nervosas do tipo IV, o que poderia levar a maior liberação hormonal (GH). Este *feedback* sensorial dos receptores musculares poderia aumentar a resposta do GH através do sistema hipotalâmico-hipofisário (GOSSELINK *et al.*; 1998). Wernbom (2008), em revisão de literatura, sugere que acúmulo de metabólitos no músculo exercitado levaria a maior produção de GH por meio de *feedback* de quimiorreceptores no músculo. Corroborando com esta teoria, alguns estudos verificaram maiores aumentos da massa muscular resultantes de protocolos de treinamento que provocaram maiores concentrações de lactato sanguíneo (GOTO, 2005; TANIMOTO; ISHII, 2006).

Em revisão de literatura Kraemer e Ratamess (2005) sugerem que uma maior demanda metabólica causada por exercícios de força pode representar um grande estímulo para liberação de testosterona. Os autores apontam que este fenômeno ocorre especialmente quando exercícios multiarticulares e que envolvem grande massa muscular são realizados.

Crewther *et al.* (2006) relataram que além da concentração de lactato sanguíneo, para uma maior diferenciação no efeito de diferentes protocolos de treinamento de força nas respostas agudas do organismo, o registro do sinal eletromiográfico pode fornecer importantes informações sobre o nível de ativação neuromuscular e, conseqüentemente sobre as possíveis adaptações advindas da manipulação e aplicação das diferentes cargas de treinamento.

Sabendo-se que as adaptações na força muscular são mediadas por estímulos mecânicos e que uma maior ativação neuromuscular pode indicar que uma maior quantidade de fibras musculares foram submetidas a uma determinada exigência mecânica (CREWThER *et al.*, 2005), a resposta do sinal eletromiográfico pode ser uma relevante informação quando o objetivo é verificar o efeito de diferentes protocolos de treinamento de força na resposta aguda do organismo.

Tran e Docherty (2006) utilizaram o registro eletromiográfico para investigar o efeito da manipulação da duração da repetição em um exercício de flexão de cotovelo. Neste estudo a intensidade e o volume (séries e repetições) de

treinamento foram igualados nos diferentes protocolos de treinamento executados pelos voluntários, diferenciando o estímulo do protocolo de treinamento apenas na determinação das durações da repetição. Foram realizadas, em dias alternados, 3 séries de 10 repetições a uma intensidade de 90% do peso alcançado no teste de 10 RM. Em um dos protocolos, o indivíduo deveria manter a duração da execução em 4 segundos (2 s para a ação muscular concêntrica e 2 s para a excêntrica) e no outro protocolo a duração da execução foi fixada em 7 segundos (2 s para a ação muscular concêntrica e 5 s para a excêntrica). Embora não tenha sido analisado o comportamento da ativação neuromuscular ao longo de cada série, a integral do sinal eletromiográfico (iEMG) foi registrada antes e após cada sessão de coleta durante a realização de uma contração voluntária máxima, buscando-se identificar indicadores de fadiga posteriormente ao exercício. Apesar de ter ocorrido uma diminuição na iEMG após ambos os protocolos de treinamento, não foram verificadas diferenças entre os mesmos. Assim, embora a duração da repetição tenha sido manipulada isoladamente na elaboração da carga de treinamento dos dois protocolos a fim de fornecer informações mais específicas quanto a essa variável do treinamento, dados adicionais poderiam ser obtidos se a atividade eletromiográfica fosse registrada no decorrer das séries do treinamento.

Em outro estudo, o efeito de três velocidades de movimento (lenta, normal e rápida) na ativação muscular e na força muscular foi investigado utilizando o exercício agachamento (MANABE *et al.*, 2007). A velocidade lenta compreendia um tempo de 5s na ação muscular excêntrica (movimento descendente) e 5s na ação muscular concêntrica (movimento ascendente). O controle da velocidade do movimento foi realizado com auxílio de um metrônomo. Na velocidade “normal”, os voluntários deveriam realizar a ação muscular excêntrica em uma velocidade auto-selecionada e a ação muscular concêntrica com a maior velocidade possível. Para a velocidade rápida, os voluntários foram instruídos a realizar a repetição com a maior velocidade possível. A intensidade do exercício foi de 30% de 1RM. A ativação muscular foi investigada por meio da EMG em oito músculos (erector da espinha; glúteo máximo; glúteo médio; reto femoral; bíceps femoral; adutor longo; vasto lateral; gastrocnêmio medial). Os indivíduos realizaram o exercício sobre uma plataforma de força. Foi analisada a integral da atividade eletromiográfica normalizada pela contração voluntária máxima (CVM). Para a análise das variáveis

cinemáticas foi utilizada uma câmera digital com 60 quadros por segundo. As durações médias encontradas para cada grupo foram significativamente diferentes. Para as ações musculares excêntricas, os valores médios encontrados foram 4,99s ($\pm 0,1s$), 1,35s ($\pm 0,39s$) e 0,49s ($\pm 0,06s$) para os grupos lento, normal e rápido respectivamente. Já na ação muscular concêntrica, as durações médias foram de 5,02s ($\pm 0,07s$), 0,52s ($\pm 0,07s$) e 0,44s ($\pm 0,03s$) para os grupos lento, normal e rápido respectivamente. Os resultados mostraram que a atividade eletromiográfica foi significativamente maior em ambas as ações musculares (concêntrica e excêntrica) para a condição denominada “velocidade rápida” em comparação com as demais velocidades (normal e lenta), com exceção para o músculo gastrocnêmio medial. No entanto, esses dados referem-se a uma série apenas para cada duração.

Os resultados da pesquisa de Manabe *et al.* (2007) chamam a atenção para a importância das diferentes ações musculares na configuração da duração da repetição. Neste trabalho foram comparados os padrões de atividade elétrica de oito músculos (Eretor da espinha, Glúteo máximo, Glúteo médio, Reto femoral, Bíceps femoral, Adutor longo, Vasto lateral, Gastrocnêmio medial) que cruzam as articulações do quadril, joelho e tornozelo utilizando diferentes velocidades de movimento (lenta, moderada e rápida). Os resultados encontrados apontaram maiores níveis de ativação muscular em sete (de oito) músculos analisados para a velocidade rápida em relação às demais manipuladas neste estudo (excetuando o músculo Gastrocnêmio medial). No que concerne às ações musculares, os autores sugerem que a fase descendente (ação excêntrica) da velocidade lenta envolve uma característica diferenciada onde se percebe uma atividade muscular contínua lenta. Já para as velocidades moderada e rápida haveria uma considerável desaceleração à medida que a fase final do movimento é alcançada, requerendo dessa forma, maior atividade muscular que a necessária na velocidade lenta. As atividades elétricas do glúteo máximo, do reto femoral e do vasto lateral foram maiores para a velocidade rápida para desacelerar o movimento, comparada às velocidades moderada e lenta. Os autores apontam ainda para diferenças nos padrões de recrutamento destas musculaturas nas ações concêntricas e excêntricas em função da duração da execução do movimento. Para iniciar a fase ascendente (concêntrica) na velocidade rápida, a velocidade da ação excêntrica teve que ser reduzida pelos momentos articulares de extensão na segunda metade da fase excêntrica – esses

resultados sugerem que a desaceleração ao final da ação excêntrica foi devido à ativação destes músculos (glúteo máximo, reto femoral e vasto lateral). Nesse sentido, as diferentes características das ações musculares excêntrica e concêntrica podem levar a diferentes padrões de ativação muscular em função da manipulação da duração da repetição. Martins-Costa (2009) comparou durações da repetição de 4s (2s para cada ação concêntrica e excêntrica) e 6s (2s para a ação concêntrica e 4s para a ação excêntrica) para o exercício supino guiado. Todas as demais variáveis do treinamento foram mantidas para os dois grupos: três séries de seis repetições, 60%1RM com pausas de três minutos entre séries. Os resultados demonstraram que para todos os grupos musculares investigados (peitoral maior e tríceps braquial), assim como para as duas situações experimentais, a ação muscular excêntrica apresentou menor ativação quando comparada com a ação concêntrica ao longo das três séries. Esse fator pode ter ocorrido em função de menor demanda de força pela contribuição dos componentes elásticos do tecido muscular (DUCHATEAU; ENOKA, 2008; HERZOG *et al.*, 2003), pois a energia elástica armazenada ao longo da ação muscular excêntrica e transferida à posterior ação concêntrica levaria à uma menor necessidade de produção de força por esta última ação. Com relação à ação concêntrica foi verificado um aumento da ativação ao longo das três séries nos dois protocolos adotados (4s e 6s). Martins-Costa (2009) justifica que tal resultado poderia ter ocorrido devido a um intervalo de pausa insuficiente para a recuperação das vias energéticas, o que demandaria uma maior participação de outras unidades motoras nas séries subseqüentes. Esses achados corroboram com o estudo de Tesch *et al.* (1990), que verificou aumentos na atividade eletromiográfica dos músculos do quadríceps (vasto lateral) e reto femoral, ao longo das repetições nas três séries para a ação concêntrica.

Diferentemente dos resultados do estudo de Martins-Costa (2009), Vera-Garcia *et al.* (2008) investigaram o efeito de diferentes durações de execução para exercício de flexão de tronco na ativação das musculaturas abdominais e verificaram, que o aumento da velocidade (redução do tempo para percorrer a mesma amplitude de movimento) provocou maiores níveis de ativação eletromiográfica. Foram investigadas cinco diferentes durações de execução: 4s, 2s, 1.5s, 1s e menor tempo possível (velocidade máxima). Para tal foram realizadas cinco repetições para cada velocidade, com dois minutos de intervalo entre cada

série, e para a velocidade máxima foi executado o máximo de repetições possíveis em 10s. Os grupos musculares avaliados foram o reto abdominal, oblíquo externo e oblíquo interno (também foi avaliado o eretor da espinha, no entanto, a atividade elétrica deste músculo foi influenciada pela pressão de contato da parte posterior do corpo contra o solo). Os resultados deste estudo demonstraram aumento da atividade elétrica de todos os músculos avaliados em função do aumento da velocidade de execução, sendo a maior atividade presente para o exercício executado em velocidade máxima. Outro achado interessante foi a relação da ativação entre os grupos musculares avaliados, especialmente na comparação dos músculos antagonistas. Onde havia maior atividade do músculo reto abdominal, por exemplo, houve menor ativação do eretor da espinha (e vice-versa). A variação da velocidade de execução levou a um padrão de recrutamento diferenciado entre as musculaturas. Dessa forma, pode-se observar claramente que a velocidade de execução pode influenciar as respostas neuromusculares de maneira diferenciada.

A intensidade é um componente da carga de treinamento que pode influenciar o nível de ativação muscular e as respostas metabólicas. Este componente é comumente representado pelo peso levantado e é caracterizado por meio do percentual de 1RM (BIRD *et al.*, 2005; KRAEMER; RATAMESS, 2004). Maiores intensidades podem conduzir para aumento na resposta eletromiográfica e na concentração de lactato sanguíneo (AHTIAINEN *et al.*, 2004; LAGALLY *et al.*, 2002; LAGALLY *et al.*, 2004; MAZZETTI *et al.*, 2007; TANIMOTO; ISHII, 2006). No estudo de Ahtiainen *et al.* (2004), grupos de indivíduos ativos e atletas de levantamento de peso realizaram protocolos de treinamento com 4 séries e diferentes intensidades (12RM versus 8RM + quatro repetições com auxílio externo) no exercício de extensão de joelho. Ambos os grupos apresentaram um aumento significativo na iEMG média do músculo quadríceps no decorrer das 12 repetições para o protocolo de 12RM, enquanto o grupo de atletas mostrou uma diminuição na iEMG média nas últimas repetições do protocolo 8RM (+ auxílio externo) comparado com o de 12RM. Os autores verificaram uma maior concentração de lactato sanguíneo após a realização dos dois protocolos de treinamento, mas não houve diferença entre os mesmos. No estudo de Tanimoto e Ishii (2006) foram comparados protocolos de treinamento com mesma duração da repetição (3s), mas com intensidades diferentes (50% e 80% de 1RM) e foram observadas maiores

concentrações de lactato sanguíneo, assim como maiores valores da atividade eletromiográfica para o músculo vasto lateral no exercício extensor de joelhos no protocolo de treinamento com maior intensidade. Por outro lado, Mazzetti *et al.* (2007) encontraram resultados diferenciados ao investigar o efeito da duração da repetição e da intensidade na concentração de lactato sanguíneo após a realização de diferentes protocolos no exercício agachamento. Comparando-se grupos que utilizaram a mesma duração da repetição (~1s), mas diferentes intensidades (60% versus 80% de 1RM) foram registradas maiores concentrações de lactato para o protocolo com menor intensidade. No entanto, o número de séries e repetições foi diferente entre os grupos (60%: quatro séries de oito repetições; 80%: seis séries de quatro repetições), o que torna difícil a análise sobre a resposta da concentração de lactato sanguíneo.

Embora vários trabalhos tenham verificado a influência da intensidade do treinamento em parâmetros fisiológicos, informações sobre o efeito de aumentos menores na intensidade nas concentrações de lactato sanguíneo e na atividade eletromiográfica ainda são escassas. Lagally *et al.* (2002) investigaram o efeito de diferentes intensidades (30%, 60% e 90% de 1RM) nas respostas metabólicas e eletromiográficas (EMG) em exercício de flexão de cotovelo e registraram um aumento na EMG à medida que a intensidade do treinamento era aumentada. Para as concentrações de lactato sanguíneo foi encontrado um aumento significativo ao comparar a intensidade de 90% com 30% de 1RM, contudo não houve diferença significativa entre as intensidades de 30% e 60% de 1RM ou entre 60% e 90% de 1RM. Importante considerar que, neste estudo o protocolo de treinamento foi caracterizado pela realização de uma única série. Se o protocolo de treinamento na musculação envolvesse mais de uma série (séries múltiplas), o aumento de 30% na intensidade poderia conduzir para respostas fisiológicas distintas.

Portanto, o registro do sinal eletromiográfico durante a realização de diferentes protocolos de treinamento de força, utilizando diferentes durações da repetição e intensidades, fornecerá informações para um maior detalhamento e compreensão do efeito de diferentes cargas de treinamento na resposta aguda do sistema neuromuscular. Dessa forma, os resultados discutidos anteriormente evidenciam a necessidade de mais investigações para um maior entendimento da influência da duração da repetição e da intensidade na concentração de lactato

sanguíneo e no sinal eletromiográfico em protocolos de treinamento de força na musculação.

1.1 Objetivos

- Verificar o efeito de diferentes intensidades (60% e 70% de 1RM) e diferentes durações da repetição (4s e 6s) na integral do sinal eletromiográfico entre séries de um protocolo e entre diferentes protocolos de treinamento de força realizados com o exercício agachamento guiado.
- Verificar o efeito de diferentes intensidades (60% e 70% de 1RM) e diferentes durações da repetição (4s e 6s) na integral eletromiográfica entre as ações musculares concêntricas (2s) e excêntricas (2s e 4 s) nas séries dos diferentes protocolos de treinamento realizados com o exercício agachamento guiado.
- Verificar o efeito de diferentes intensidades (60% e 70% de 1RM) e diferentes durações da repetição (4s e 6s) na concentração de lactato ao longo e entre protocolos de treinamento de força realizados com o exercício agachamento guiado.

1.2 Hipóteses

H1 - A concentração de lactato sanguíneo aumentará significativamente ao longo das séries independente do protocolo de treinamento.

H2 - A concentração de lactato sanguíneo será significativamente maior durante e após a execução do protocolo de treinamento com maior duração da repetição (6s) e intensidade (70% 1RM) comparada com os demais protocolos de treinamento.

H3 - A integral do sinal eletromiográfico aumentará significativamente ao longo das séries independente do protocolo de treinamento e do tipo de ação muscular.

H4 - A integral do sinal eletromiográfico será significativamente maior durante a execução do protocolo de treinamento com maior duração da repetição (6s) e intensidade (70% 1RM) comparada com os demais protocolos de treinamento, independentemente do tipo de ação muscular.

H5 - A integral do sinal eletromiográfico será significativamente maior para a ação muscular concêntrica comparada com a ação muscular excêntrica nas séries independente do protocolo de treinamento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Delineamento experimental

No presente estudo utilizou-se o delineamento de medidas repetidas. Os voluntários compareceram ao Laboratório do Treinamento em Musculação (LAMUSC) em seis dias diferentes durante duas semanas, com intervalo mínimo de 48h entre sessões. Nas sessões 1 e 2, os indivíduos foram submetidos às medidas antropométricas, posicionamentos na barra guiada, testes de 1 Repetição Máxima (1RM) e familiarização com as durações da repetição com auxílio de um metrônomo. Nas sessões 3 a 6, os indivíduos foram submetidos ao teste de Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) e aos protocolos de treinamento no agachamento guiado, nos quais foram registradas a atividade eletromiográfica e amostras de sangue foram coletadas para análise da concentração de lactato. Todas as sessões foram realizadas no mesmo horário a fim de reduzir possíveis efeitos do ciclo circadiano no desempenho de força (DRUST *et al.*, 2005). A FIG. 1 apresenta o delineamento experimental de forma esquemática.

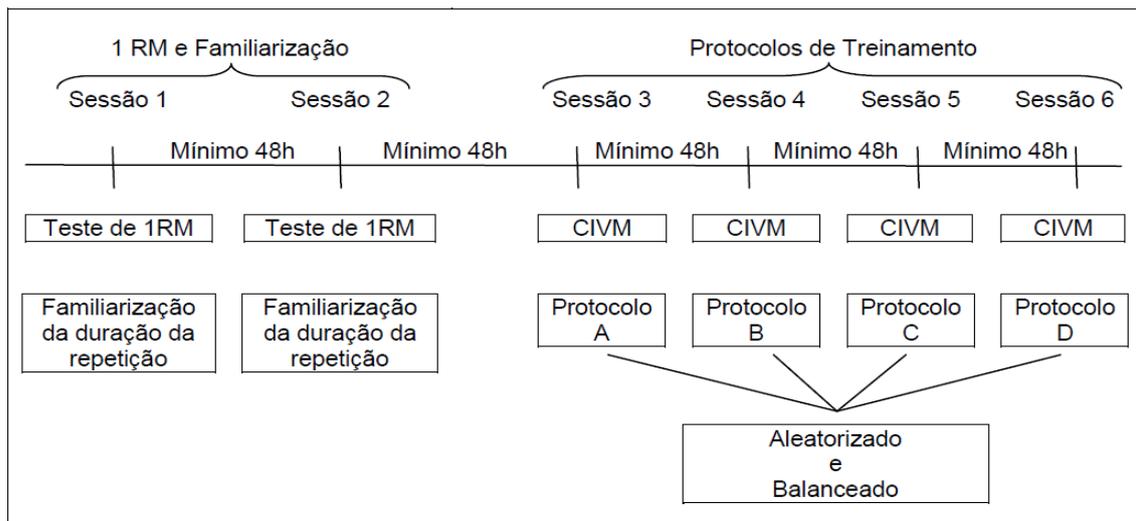


FIGURA 1: Esquema representativo do delineamento experimental do estudo. CIVM: Contração Isométrica Voluntária Máxima. 1RM: uma repetição máxima.

Durante o período de coleta, os indivíduos continuaram com sua rotina de treinamento devidamente adaptada pelos pesquisadores a fim de evitar que estes realizassem exercícios envolvendo as musculaturas dos membros inferiores 24 horas antes de qualquer sessão de coleta de dados. Foi pedido que os voluntários mantivessem uma boa qualidade de sono no período de coleta e não realizassem exercícios prévios de qualquer tipo no dia de coleta.

2.2 Amostra

Participaram da amostra 20 voluntários do sexo masculino, com idades entre 18 e 38 anos. Os voluntários foram recrutados na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e academias de ginástica por meio de cartazes e contatos pessoais. Todos os voluntários tinham experiência superior a seis meses com treinamento na musculação e estavam treinando regularmente. Os voluntários não possuíam histórico de lesões músculo-tendíneas e nas articulações da coluna lombar, quadril, joelho e tornozelo. Devido a problemas ocorridos na captação do sinal eletromiográfico, todas as análises foram realizadas a partir dos dados de 19 voluntários, com a exclusão de um indivíduo. A TABELA 1 apresenta a caracterização dos indivíduos.

TABELA 1
Caracterização da amostra (n= 19).

Variáveis	Média	Desvio-padrão	Valor mínimo	Valor Máximo
Idade (anos)	25,21	4,48	18	38
Massa (Kg)	78	8,77	65,1	93
Estatura (m)	1,76	0,06	1,67	1,93
Percentual de gordura (%)	12,68	4,38	5,48	19,15
Valor de 1RM (Kg)	126,9	25,3	89,1	168,28
60% de 1RM (Kg)	76,14	15,18	53,46	100,97
70% de 1RM (Kg)	88,83	17,71	62,37	117,8

Inicialmente os voluntários receberam todas as informações referentes aos procedimentos e objetivos da pesquisa. Em seguida assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para a participação no estudo e estavam cientes que poderiam abandonar a pesquisa a qualquer momento. Todos os procedimentos foram realizados no LAMUSC da EEFFTO da UFMG. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG (Parecer nº ETIC 0165.0.203.000-10; ANEXO 1).

2.3 Equipamentos

Todas as sessões de coleta foram realizadas em um equipamento de musculação constituído por uma barra guiada (marca MASTER®) (FIG. 2A). Para o ajuste da intensidade dos testes de 1RM e sessões de treinamento foram utilizadas anilhas diversas de massas conhecidas (FIG. 2B). A massa das anilhas foi aferida em balança digital com precisão de 0,01kg. As anilhas juntamente com a barra guiada (com massa de 20kg) representam a carga mecânica em oposição ao movimento dos seguimentos corporais.



FIGURA 2: Equipamento de musculação utilizado no estudo. A) Barra guiada; B) Anilhas.
Fonte: Arquivo de fotos do LAMUSC

Para o registro da amplitude de movimento articular foi utilizado um eletrogoniômetro fixado na articulação do joelho. A atividade elétrica muscular do músculo Vasto Lateral foi registrada por meio de um equipamento de eletromiografia de superfície (BIOVISION, Alemanha), sendo os eletrodos configurados com ganho de 1.000 vezes. A FIG. 3A-B mostra o posicionamento do eletrogoniômetro e dos eletrodos no voluntário.



FIGURA 3: Equipamentos para aquisição de dados. I) Eletrogoniômetro; II) Eletrodos de superfície.
Fonte: Arquivos de fotos do LAMUSC

As informações do eletrogoniômetro e eletromiógrafo foram sincronizadas e convertidas de sinais analógicos para digitais por uma placa A/D (BIOVISION Alemanha), com faixa de entrada de -5 a +5 Volts e direcionadas a um Notebook (ACCER EUA) alimentado por bateria. A aquisição e tratamento dos sinais ocorreram por meio do programa DASLAB versão 10.0, com frequência de amostragem de 1.000 Hz.

As amostras de sangue foram analisadas no equipamento Yellow Springs 1500 Sport (EUA).

2.4 Procedimentos

2.4.1 Sessões 1 e 2: Teste de 1RM e familiarização do controle da duração

Na sessão 1, os indivíduos foram devidamente esclarecidos a respeito de todos os procedimentos e objetivos do estudo, leram e assinaram o TCLE. Logo após, foram submetidos a uma anamnese com questões referentes à sua rotina de treinamento (frequência semanal, tempo de experiência, especificidades do treinamento atual, como a carga do treinamento, especialmente as relativas ao exercício agachamento).

Em seguida realizou-se a mensuração da massa corporal e estatura dos indivíduos, através de balança com estadiômetro acoplado (com precisão de 0,1kg e 0,05m, respectivamente).

Após essas medidas, o eletrogoniômetro foi posicionado no joelho direito dos voluntários, com a utilização de fitas adesivas dupla face, esparadrapo e faixas elásticas, seguindo as seguintes orientações:

a) Eixo de rotação do eletrogoniômetro: posicionado no eixo de rotação da articulação do joelho através da palpação do epicôndilo lateral.

b) Braço distal do eletrogoniômetro: direcionado ao maléolo lateral a partir do epicôndilo lateral.

c) Braço proximal do eletrogoniômetro: direcionado ao sentido da cabeça do fêmur, através da linha traçada entre o epicôndilo lateral e trocânter maior.

A fim de garantir a reprodutibilidade das medidas foram feitas marcações com caneta de longa duração no membro inferior direito do voluntário. Assim o eletrogoniômetro foi posicionado no mesmo local da primeira (1ª) medida em todas as demais sessões. Todos os procedimentos de posicionamentos foram realizados pelo mesmo pesquisador.

Para a captação do sinal elétrico muscular foram utilizados eletrodos de superfície Ag/AgCl (MEDITRACE 200, Canadá) com área de captação de 1cm posicionados paralelamente às fibras musculares do vasto lateral (na porção do 2º terço distal) posicionados no membro inferior direito do voluntário (FIG. 4). A fim de reduzir a impedância da pele, previamente à fixação dos eletrodos, foi realizada a tricotomização de forma a retirar os pêlos locais seguido de uma leve abrasão do local e limpeza com álcool 70°. Os eletrodos foram posicionados em pares com distância de 2cm de centro a centro. A localização para o posicionamento dos eletrodos foi realizada com auxílio de maca e fita métrica. Para determinação do local de fixação no músculo vasto lateral o indivíduo foi posicionado em decúbito dorsal com flexão de coluna e ligeira flexão de joelho. O posicionamento seguiu as recomendações da organização europeia SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*). Quando necessário foram realizados pequenos ajustes na posição dos eletrodos de forma que estes foram fixados no maior ventre muscular. O eletrodo terra foi fixado no maléolo medial. Assim como procedido com o eletrogoniômetro, o contorno dos eletrodos foi marcado com caneta de longa duração de forma a permitir o mesmo posicionamento em todas as sessões de coleta de dados. As marcações e posicionamentos foram novamente realizados pelo mesmo pesquisador em todos os voluntários e sessões.



FIGURA 4: Posicionamento dos eletrodos de superfície. A) Eletrodos fixados no músculo vasto lateral. B) eletrodo terra no maléolo medial (I).
Fonte: Arquivo de fotos do LAMUSC

2.4.1.1 Padronização da posição para a realização do exercício

A padronização do posicionamento do indivíduo para a execução do exercício agachamento guiado foi realizada na primeira sessão de coleta de dados referente ao teste de 1RM e à familiarização da duração da repetição. Em todas as demais sessões, o posicionamento do voluntário junto à barra, assim como o posicionamento dos pés e amplitude de movimento foram controlados para garantir a padronização individual. O voluntário foi instruído a se posicionar na barra de forma confortável. No entanto, para garantir uma menor variação de movimentos entre os indivíduos, o voluntário procurou manter a coluna vertebral posicionada perpendicularmente ao solo, as coxas paralelas ao solo no final da ação muscular excêntrica e as articulações do joelho em torno de 85° . Para auxiliar o posicionamento da coluna, foi utilizado um aparato vertical de madeira posicionado atrás do indivíduo para que este percebesse a posição perpendicular do tronco ao entrar em contato com o mesmo. O limite superior da amplitude de movimento foi determinado pela extensão completa dos joelhos e o limite inferior através do eletrogoniômetro afixado na articulação do joelho direito para determinar aproximadamente 85° de flexão. Para o auxílio da percepção do limite inferior por parte do indivíduo, foi afixada uma fita de borracha ao aparelho para que este a percebesse em contato com a parte posterior da coxa na posição angular determinada. O voluntário realizou algumas repetições sem peso adicional à barra até encontrar a posição mais confortável a ser reproduzida nas demais sessões. O posicionamento dos pés foi padronizado por meio da fixação de fita adesiva ao chão. A marcação dos pés e a borracha de limite de amplitude inferior podem ser observadas na FIG. 5.



FIGURA 5: Padronização de posicionamento. A) Fita de borracha para delimitação da amplitude de movimento inferior; B) Padronização da posição dos pés.
 Fonte: Arquivo de fotos do LAMUSC

2.4.1.2 O teste de 1RM

Após a padronização da posição dos indivíduos à barra foi realizado o teste de uma Repetição Máxima (1RM) para determinar a força máxima dinâmica dos voluntários. O valor encontrado foi posteriormente utilizado para a prescrição da intensidade dos protocolos de treinamento de força. O teste de 1RM foi realizado nas duas primeiras sessões. O objetivo da sua realização na 1ª sessão foi familiarizar os voluntários a esse teste. No entanto foi padronizada a utilização do valor de 1RM registrado na 2ª sessão para a determinação das intensidades a serem investigadas. As orientações para a realização dos testes de 1RM foram as mesmas adotadas anteriormente nos trabalhos de DINIZ (2008) e COSTA (2009):

- Número máximo de seis tentativas;
- Duração da pausa de cinco minutos entre tentativas;

- Aumento gradual de peso em função da percepção subjetiva dos avaliadores até a falha da ação concêntrica do indivíduo. Para este aumento gradual, os dados do teste realizado na familiarização foram considerados.

O voluntário iniciou o movimento com os joelhos estendidos e a barra posicionada na parte posterior dos ombros. Dois avaliadores soltaram as travas do equipamento para que ocorresse o movimento. O voluntário então realizou uma ação muscular excêntrica descendo com a barra até o limite inferior e posteriormente uma ação muscular concêntrica até os joelhos novamente estendidos. Ao término da repetição (ou em caso de falha do executante) os avaliadores travaram a barra novamente. O peso na barra foi progressivamente aumentado até que o voluntário não conseguiu finalizar a ação concêntrica. Desta forma, o valor de 1RM correspondeu ao peso levantado na tentativa anterior.

2.4.1.3 Familiarização da duração da repetição

Após a realização do teste de 1RM (nas sessões 1 e 2) foi dada uma pausa de 10 minutos aos voluntários para que estes fossem familiarizados ao controle da duração da repetição por meio do auxílio de um metrônomo. Essa familiarização foi constituída pela realização de protocolos semelhantes aos adotados na investigação deste estudo, utilizando as durações da repetição de 4s e 6s escolhidas aleatoriamente entre as sessões 1 e 2. Os indivíduos realizaram nas duas sessões três séries de oito repetições, com pausas de 3 minutos entre séries e 50% de 1RM (valor encontrado no respectivo dia). Tal procedimento foi adotado para que os indivíduos pudessem realizar o controle da duração da repetição nos protocolos investigados de forma satisfatória.

2.4.2 – Sessões 3 a 6 – Protocolos de treinamento

Nas sessões de coleta de 3 a 6 foram realizados os protocolos de treinamento de força no exercício agachamento guiado precedidos do teste de CIVM (10 minutos antes do protocolo).

2.4.2.1 Teste de CIVM

Após a fixação dos eletrodos e eletrogoniômetro e coleta de amostra de sangue para concentração de lactato de repouso, os indivíduos foram submetidos ao teste de Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM). Foram realizadas três tentativas de 5s com pausa de 2 minutos entre cada tentativa, em conformidade com diversos estudos que utilizaram a CIVM considerando diferentes grupos musculares (CACCHIO *et al.*, 2007; LAGALLY *et al.*, 2004; SEYNESS *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Em cada tentativa o indivíduo se posicionou da maneira padronizada na sessão 1 com os joelhos em 85° de flexão (ângulo determinado pelo eletrogoniômetro). Após sinal verbal os voluntários realizaram o máximo de força possível contra a barra carregada de pesos e força contrária adicionada por dois pesquisadores nas extremidades da barra, tornando impossível o deslocamento da barra pelo voluntário.

O objetivo do teste de CIVM foi captar a maior ativação muscular voluntária dos músculos testados para posterior normalização da atividade eletromiográfica e foi realizado nas sessões 3 a 6.

2.4.2.2 Protocolos de treinamento

Após um intervalo de 10 minutos do teste de CIVM, os indivíduos foram submetidos aos protocolos de treinamento de força que foram escolhidos de forma balanceada e aleatória. A configuração dos protocolos é apresentada no QUADRO 1. Toda a padronização adotada na sessão 1 foi obedecida nas sessões 3 a 6.

QUADRO 1
Caracterização dos protocolos de treinamento de força utilizados no estudo.

Protocolos	Séries	Repetições	Intensidade (%1RM)	Duração da repetição (s)	Pausa (min.)
A	3	8	60	4	3
B	3	8	60	6	3
C	3	8	70	4	3
D	3	8	70	6	3

As durações da repetição adotadas (4 e 6s) são semelhantes às utilizadas por LaChance e Hortobágyi (1994) e são recomendadas pela literatura para treinamentos de força objetivando ênfase na hipertrofia muscular (ACSM, 2002; BIRD *et al.*, 2005). A execução da duração da repetição ocorreu da seguinte forma:

- 6 s = dois segundos na ação muscular concêntrica e quatro segundos na excêntrica
- 4 s = dois segundos na ação muscular concêntrica e dois segundos na excêntrica

O GRÁFICO 1 apresenta a duração média da repetição por protocolo. Observou-se que as durações dos protocolos A e C ($4,0 \pm 0,04s$ e $4,0 \pm 0,05s$, respectivamente) não diferiram entre si, assim como B e D foram semelhantes ($5,97 \pm 0,08s$ e $5,95 \pm 0,09s$). Contudo, os protocolos B e D apresentaram durações significativamente maiores comparados aos protocolos A e C.

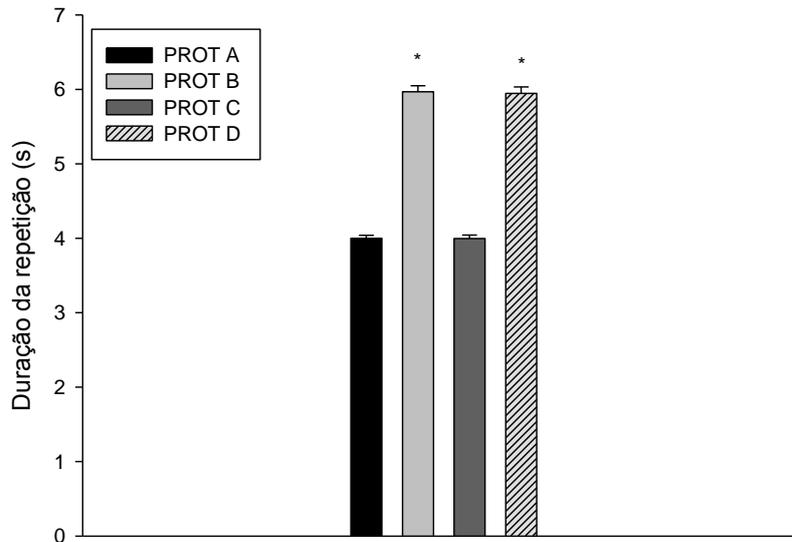


GRÁFICO 1: Duração média da repetição considerando os diferentes protocolos de treinamento (n=19). Protocolos (PROT): A: 60% - 2s:2s; B: 60% - 2s:4s; C: 70% - 2s:2s; D: 70% - 2s:4s; * diferente dos protocolos A e C para $p < 0,05$.

Na análise detalhada das durações das repetições ao longo das repetições para os protocolos A e C (4s) não foram observadas diferenças significativas entre as ações concêntricas e excêntricas como pode ser observado na TABELA 3. Para os grupos B e D (6s) as durações das ações concêntricas e excêntricas foram significativamente diferentes. Comparando-se as ações excêntricas entre os protocolos, observaram-se tempos significativamente maiores nos grupos B e D. Comparando-se as ações concêntricas dentro de um mesmo protocolo, apenas a 2ª série do grupo B apresentou duração significativamente maior em relação aos protocolos A e C ($2,15s \pm 0,12$ versus $1,89s \pm 0,08$ e $1,91 \pm 0,09$, respectivamente). Os dados descritivos dos tempos de duração de todas as séries nos quatro protocolos, considerando as ações musculares, são apresentados na TABELA 2.

TABELA 2
Duração média (s) e desvio padrão das ações musculares excêntricas e concêntricas por série nos protocolos de treinamento A, B, C e D (n= 19).

PROTOCOLOS		SÉRIES					
		1 ^a		2 ^a		3 ^a	
		exc	Conc	exc	conc	exc	conc
A	Média	2,11	1,89	2,09	1,91	2,08	1,92
	Dp	0,10	0,08	0,07	0,07	0,09	0,08
B	Média	3,82 *	2,15 #	3,89 *	2,08	3,94 *	2,02
	Dp	0,12	0,12	0,12	0,09	0,13	0,14
C	Média	2,08	1,91	2,10	1,90	2,10	1,91
	Dp	0,10	0,09	0,09	0,08	0,10	0,09
D	Média	3,91 *	2,05	3,89 *	2,06	3,89 *	2,03
	Dp	0,18	0,17	0,13	0,11	0,18	0,17

* diferença significativa das ações excêntricas dos protocolos B e D em relação aos protocolos A e C.
diferença significativa da ação concêntrica do protocolo B em relação a A e C. Protocolos: A: 60% - 2s:2s; B: 60% - 2s:4s; C: 70% - 2s:2s; D: 70% - 2s:4s; dp = desvio padrão

O eletrogoniômetro, afixado à articulação do joelho do indivíduo, foi utilizado para identificar as ações musculares excêntrica e concêntrica, assim como para o registro do tempo realizado em cada ação muscular durante a repetição. A análise das médias da amplitude de movimento (ADM) na articulação do joelho realizada pelos voluntários durante o exercício agachamento não apontou diferenças entre as ADMs nos diferentes protocolos de treinamento ($p > 0,05$), como se pode observar na TABELA 3.

TABELA 3
Médias, desvios padrões, valores mínimos e máximos da amplitude de movimento (graus) para os diferentes protocolos de treinamento (n= 19).

Protocolo	Média	Desvio-padrão	Valores Mínimos	Valores Máximos
A	81,6	3,2	76,6	88,1
B	81,4	3,4	73,1	89,1
C	80,6	2,9	75,2	85,4
D	80,2	3,4	75,3	86,1

Protocolos: A: 60% - 2s:2s; B: 60% - 2s:4s; C: 70% - 2s:2s; D: 70% 2s:4s

Durante o treinamento os voluntários controlaram a duração da repetição com auxílio do metrônomo ajustado com sinal sonoro a cada 1s. A série seria interrompida por decisão do voluntário ou caso não seguisse as seguintes orientações (em duas repetições seguidas):

- a) Não mantivesse a duração estabelecida para cada ação muscular;
- b) Não realizasse a amplitude de movimento estabelecida (extensão “incompleta” dos joelhos e ausência do contato da parte posterior da coxa na fita de borracha);
- c) Apresentasse tempo de transição entre as ações concêntrica e excêntrica de cada repetição superior a dois segundos;
- d) Realização de movimentos acessórios que pudessem ocasionar algum tipo de lesão.

Quando necessário, os voluntários recebiam correções de posicionamento e controle da duração da repetição por parte dos pesquisadores.

2.5 Variáveis mensuradas

2.5.1 Duração da repetição

A duração da repetição em cada protocolo de treinamento de força foi mensurada pela utilização do eletrogoniômetro previamente calibrado a partir de um goniômetro manual. O sinal captado e armazenado foi convertido em deslocamento angular e filtrado por filtro *Butterworth* de 4ª ordem e passa baixa com frequência de corte de 10Hz. A duração das ações musculares foi obtida através do tempo gasto entre o maior e o menor valor de deslocamento angular detectado pelo programa de aquisição de dados por meio do eletrogoniômetro. O tempo entre o menor e o maior ângulo identificado pelo programa representou a duração da ação muscular excêntrica e a diferença temporal entre o maior e o menor ângulo correspondia a duração da ação muscular concêntrica. Dessa forma, foi possível identificar o tempo

de execução das ações concêntricas e excêntricas no exercício agachamento guiado.

2.5.2 Variáveis eletromiográficas

A atividade eletromiográfica foi captada e armazenada constantemente ao longo de cada protocolo de treinamento de força investigado.

Após o armazenamento os dados eletromiográficos foram tratados com filtro passa-faixa (20Hz-500Hz) *Butterworth* de 2ª ordem. Os dados foram retificados para o cálculo da amplitude do sinal por meio da integral eletromiográfica (iEMG). O cálculo da iEMG da CIVM foi obtido a partir do corte do tempo de 1s que compreendia o maior pico de ativação (faixa de 0,5s antes e após o pico). A normalização dos dados eletromiográficos de cada protocolo foi realizada a partir da CIVM do respectivo dia, realizada 10min antes do início do exercício dinâmico. Com isso, foram gerados dados percentuais da iEMG das ações concêntricas e excêntricas, bem como da repetição, a partir dos valores obtidos na CIVM máxima.

2.5.3 Concentração de lactato sanguíneo

Amostras de sangue para análise da concentração de lactato foram coletadas em todos os protocolos de treinamento de força (sessões 3 a 6). As amostras foram coletadas em três momentos: com o indivíduo em repouso e um (1) minuto após a 1ª e 3ª série de oito (8) repetições do exercício agachamento guiado. Para as amostras de repouso os indivíduos foram instruídos a não realizar qualquer tipo de atividade física antes da coleta e foram submetidos a um repouso de pelo menos 10 min no laboratório.

Para a coleta do sangue o lóbulo da orelha direita do voluntário foi perfurado para obtenção de uma gota equivalente a 30µL, com auxílio de uma caneta lancetadora e lancetas descartáveis. Antes da punção, o lóbulo foi

higienizado com água destilada e sabão neutro e em seguida com álcool 70°. A 1ª gota de sangue foi descartada a fim de evitar resíduos indesejáveis na amostra, sendo coletada a gota seguinte. As amostras foram coletadas em capilares descartáveis heparinizados e calibrados para o volume de 30µL e armazenadas em tubos descartáveis contendo 60µL de fluoreto de sódio a 1%. Estes tubos em seguida, foram armazenados em refrigerador com temperatura de -20°C. Posteriormente, as amostras foram descongeladas e analisadas no equipamento para análise de lactato Yellow Springs Sport 1500. Em todo o procedimento de coleta e análise do sangue, os pesquisadores adotaram os devidos cuidados de procedimentos com infecto contagiosos utilizando luvas descartáveis e vestimentas adequadas. Todos os resíduos foram devidamente descartados em lixos pérfuro-cortantes e infecto contagiosos.

2.6 Análise estatística

Inicialmente foram verificadas a normalidade da distribuição por meio do teste *Shapiro-Wilk* e a homogeneidade das variáveis pelo teste *Hartley*.

A confiabilidade inter sessão dos dados eletromiográficos (iEMG) relativos às contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) foi obtida por meio do coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e erro padrão da medida (EPM).

A média da amplitude de movimento (ADM) articular referente ao exercício agachamento foi calculada para cada um dos protocolos de treinamento e as quatro (4) médias foram comparadas por meio da ANOVA *one-way* com medidas repetidas. Caso fossem verificadas diferenças significativas seria utilizado o *post hoc* Scheffé para localizar as diferenças.

Para verificar a eficácia da utilização do metrônomo para o controle da duração da repetição, mais especificamente da duração das ações musculares dentro de cada protocolo, foram analisadas as durações das ações concêntricas e excêntricas registradas pelo goniômetro eletrônico para cada um dos protocolos de treinamento. Para comparar as durações das ações musculares concêntricas e excêntricas nos diferentes protocolos de treinamento nas sessões 3 a 6, foi utilizada

a ANOVA *three-way* com medidas repetidas (fator 1 – protocolo; fator 2 – série e fator 3 – ação muscular). Caso fossem verificadas diferenças significativas seria utilizado o *post hoc* Scheffé para localizar as diferenças.

Os dados eletromiográficos obtidos em cada sessão de treinamento foram analisados separadamente para cada grupo muscular estudado (vasto lateral). Foram comparadas as médias das iEMG (integral do sinal eletromiográfico) obtida por meio das oito repetições obtidas em cada série, separadamente para as ações musculares concêntricas e excêntricas. Os dados eletromiográficos do músculo vasto lateral foram submetidos à transformação radicial ($X' = \sqrt{X}$) de acordo com Portney; Watkins (2008), pois não apresentaram normalidade em seus valores originais. Para análise da iEMG foi utilizada a ANOVA *three-way* com medidas repetidas (fator 1 – protocolo; fator 2 – série e fator 3 – ação muscular) em seguida, caso necessário, utilizou-se *post hoc* Scheffé para localizar as diferenças.

As médias das concentrações de lactato sanguíneo foram comparadas através da ANOVA *two-way* com medidas repetidas (fator 1 – protocolo e fator 2 – condição) e *post hoc* Scheffé. Os dados foram submetidos à transformação logarítmica ($X' = \log_{10} X + 1$) já que os dados originais não apresentaram homogeneidade das variâncias (PORTNEY; WATKINS, 2008).

3 RESULTADOS

Para cada um dos protocolos de treinamento houve diferença significativa na concentração de lactato sanguíneo ao longo das séries (condição: repouso x 1ª série x 3ª série). As diferenças significativas foram encontradas entre a 1ª série e o repouso, assim como entre a 3ª série e a 1ª série. Não foram encontradas diferenças entre os diferentes protocolos de treinamento para a concentração de lactato sanguíneo na condição repouso (A = $0,99 \pm 0,26$ mMol/L; B = $0,97 \pm 0,32$ mMol/L; C = $1,12 \pm 0,35$ mMol/L e D = $1,03 \pm 0,26$ mMol/L) e após a 1ª série (A = $4,13 \pm 1,05$ mMol/L; B = $4,83$ mMol/L; C = $4,37$ mMol/L e D = $4,91 \pm 1,43$ mMol/L). Para as concentrações de lactato sanguíneo após a 3ª série foi encontrada uma diferença significativa apenas entre os protocolos de treinamento A e D ($6,59 \pm 1,65$ mMol/L e $9,07 \pm 2,33$ mMol/L, respectivamente). As comparações podem ser observadas no GRÁFICO 2.

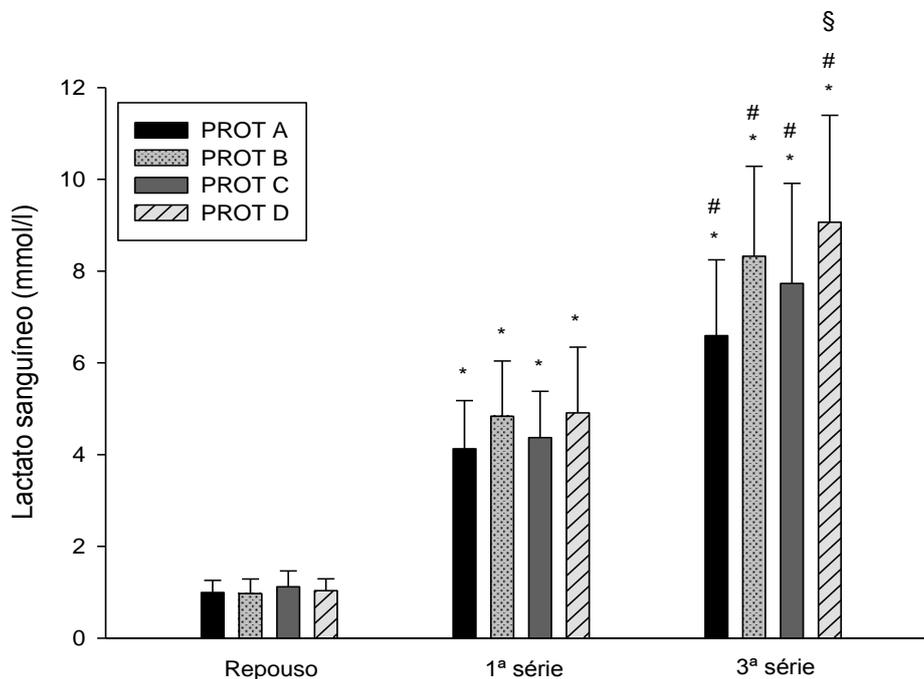


GRÁFICO 2: Concentração de lactato sanguíneo em repouso, após a 1ª série e após a 3ª série dos protocolos A, B, C e D. * diferença significativa em relação ao repouso do respectivo protocolo. # diferença significativa em relação à 1ª série do respectivo protocolo. § diferença significativa do protocolo D comparado ao protocolo A na 3ª série. Protocolos: A: 60% - 2s:2s; B: 60% - 2s:4s; C: 70% - 2s:2s; D: 70% - 2s:4s;

O coeficiente de correlação intraclasse ($CCI_{1,1}$) para a iEMG do músculo vasto lateral calculada com os valores registrados nas sessões 3 a 6 foi de 0,97. O erro padrão da medida da iEMG do músculo vasto lateral calculada com o valor do maior desvio padrão (0,49 mv) registrado durante as sessões 3 a 6 foi de 0,08 mv. A TABELA 4 apresenta as médias percentuais e desvios padrão da iEMG do músculo vasto lateral normalizados pela CIVM.

Comparando separadamente cada uma das ações musculares ao longo das séries em um determinado protocolo, foi verificado que nas ações excêntricas, a iEMG da 3ª série do protocolo D foi maior que na 1ª série, mas a iEMG da ação excêntrica ao longo das séries nos protocolos A, B e C não diferiram. Para as ações concêntricas não houve diferença na iEMG ao longo das séries para os protocolos A e C, já para os protocolos B e D as médias da 3ª série foram significativamente diferentes da 1ª série.

Na comparação da iEMG entre as ações musculares concêntricas e excêntricas em cada uma das séries ao longo de um determinado protocolo, não foram encontradas diferenças significativas na iEMG no protocolo A ao longo das três séries. Para o protocolo C houve diferença entre as médias da iEMG apenas na 2ª série, ou seja, a atividade eletromiográfica foi maior na ação concêntrica comparada com a ação excêntrica apenas na 2ª série para o protocolo C. Já para os protocolos B e D houve diferença na iEMG entre as ações musculares ao longo de todas as séries, sendo que maiores valores da iEMG foram registrados para a ação muscular concêntrica.

Comparando-se as ações musculares isoladamente para cada uma das três séries entre os quatro protocolos foi observado que, a iEMG da ação excêntrica do protocolo C foi significativamente maior comparada com a iEMG dos demais protocolos na 1ª e 2ª série. Já na 3ª série, a iEMG do protocolo C diferiu-se significativamente apenas dos protocolos A e B. Na análise das ações concêntricas observou-se que a iEMG do protocolo C e D foi significativamente maior comparada com aquela dos protocolos A e B nas séries 1 e 2. Na 3ª série a iEMG na ação concêntrica do protocolo A foi significativamente menor comparada com a iEMG dos protocolos B, C e D e estes não diferiram entre si.

TABELA 4
Média (%) e desvio padrão da iEMG normalizada pela CIVM para as ações musculares excêntricas e concêntricas por série nos protocolos A, B, C e D (n= 19).

PROTOCOLOS		SÉRIES					
		1 ^a		2 ^a		3 ^a	
		exc	Conc	exc	conc	exc	conc
A	Média	42,4	44,1	42,8	45,3	44,1	45,8
	Dp	8,3	8,2	8,8	9,3	9,3	7,65
B	Média	40,1	46,4 #	41,4	48,4 #	42,7	50,6 # * Δ
	Dp	9,5	11,4	10,1	12,8	11,8	12,6
C	Média	47,3 ¥	50,3 €	47,7 ¥	51,8 #€	48,5 †	51,0
	Dp	9,5	9,2	10,9	10,3	10,4	9,6
D	Média	41,6	49,8 #€	43,2	51,8 #€	46,0 * ‡	54,2 # *
	Dp	9,9	11,4	10,8	12,1	11,8	14,8

dp= desvio padrão; exc = excêntrica; conc = concêntrica; * diferença significativa da 3^a série para a 1^a série na respectiva ação. # diferença significativa entre as ações musculares na série dentro do protocolo. ¥ ação excêntrica do protocolo C diferente de A, B e D. † excêntrica do protocolo C diferente de A e B. ‡ ação excêntrica do protocolo D diferente de B. € ação concêntrica do protocolo diferente de A e B. Δ concêntrica B diferente de A e D. Protocolos: A: 60% - 2s:2s; B: 60% - 2s:4s; C: 70% - 2s:2s; D: 70% - 2s:4s;

4 DISCUSSÃO

Para verificar o nível da padronização do exercício agachamento guiado nas diferentes sessões de treinamento, a amplitude de movimento (ADM) da articulação do joelho foi controlada e registrada por meio de um eletrogoniômetro. As médias da ADM registrada nos quatro protocolos de treinamento não diferiram entre si, demonstrando que o exercício foi realizado com o mesmo padrão ao longo do período de coleta, considerando este parâmetro. Como é esperada uma influência da amplitude de movimento nas respostas eletromiográficas no exercício agachamento, um controle desse parâmetro era necessário. Os resultados do estudo de Caterisano *et al.* (2002) demonstraram alterações nos padrões de ativação de diversos grupos musculares envolvidos no exercício agachamento à medida que a ADM era alterada. Além disso, a alta correlação entre trabalho mecânico e concentração de lactato sanguíneo ($r=0,72$; $p>0,05$) verificada para o exercício supino guiado reforça a importância do controle deste parâmetro (MARTINS-COSTA *et al.*, 2011). No presente estudo não foi verificada alteração da ADM média durante os protocolos de treinamento, independentemente das características dos protocolos. O procedimento de familiarização, o auxílio utilizado (fita de borracha) para facilitar a percepção da angulação final durante a ação excêntrica e o *feedback* constante em relação à ADM alcançada durante cada repetição permitiram garantir a padronização da ADM realizada durante os protocolos de treinamento.

Para o presente estudo, o controle e o registro das durações da repetição investigadas (4s e 6s) e das ações musculares excêntricas (2s e 4s) e concêntricas (2s) são relevantes para a análise dos resultados referentes às principais variáveis dependentes. Comparando a duração da repetição por protocolo de treinamento, as médias foram muito próximas às desejadas (protocolo A = 4,00s; B = 5,97s; C = 4,00s e D = 5,95s, $CV \leq 1,5\%$) e as diferenças significativas encontradas foram, como esperado, entre os protocolos de treinamento de maior (6s) e menor duração da repetição (4s). As análises referentes às durações das ações musculares excêntricas e concêntricas indicaram que somente a comparação da duração da ação muscular concêntrica da 2ª série do protocolo de treinamento B ($2,15 \pm 0,12s$)

foi diferente da duração prevista de 2s realizada nos protocolos A e C ($1,89 \pm 0,08s$ e $1,91 \pm 0,09s$) na mesma série. Este resultado deverá ser levado em consideração na análise dos resultados envolvendo as principais variáveis dependentes deste estudo. Considerando estes resultados, pode-se concluir que a utilização do metrônomo foi eficiente para garantir a duração da repetição desejada, assim como para auxiliar na diferenciação das durações das ações concêntricas e excêntricas.

Como a normalização dos dados da atividade eletromiográfica foi realizada considerando a iEMG mensurada durante a CIVM realizada em cada sessão de coleta, uma variação da iEMG relativa à CIVM poderia influenciar a comparação da iEMG normalizada entre os protocolos de treinamento. Os dados referentes à iEMG da CIVM de cada sessão de coleta foram utilizados para calcular o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) e o erro padrão da medida (EPM). Weir (2005) recomenda o uso do CCI juntamente com o EPM para examinar a heterogeneidade dos indivíduos e a precisão nas medidas individuais em um teste. O CCI referente à iEMG da CIVM foi significativo e alto (PORTNEY; WATKINS, 2008) e o EPM foi de 0,08 mv, correspondendo a um valor de 6,8% em relação a menor média de iEMG da CIVM verificada nas quatro sessões de coleta. Desse modo, o nível de confiabilidade da medida da iEMG foi garantida e a possível influência de uma variação da iEMG na CIVM não foi considerada um fator importante para os resultados obtidos no presente estudo.

4.1 Influência dos protocolos de treinamento na concentração de lactato sanguíneo

A análise das médias das concentrações de lactato sanguíneo demonstrou aumento a partir da concentração de repouso ao longo das séries em todos os protocolos de treinamento. Esse resultado confirmou a hipótese 1, que postulou um aumento na concentração de lactato sanguíneo ao longo das séries independente do protocolo de treinamento. Esse resultado era esperado e corrobora com diversos trabalhos que observaram aumentos nas concentrações de lactato sanguíneo após protocolos de treinamento na musculação (DINIZ, 2008; GOTO *et*

al., 2005, MARTINS-COSTA 2009; MAZZETTI *et al.*, 2007; TANIMOTO; ISHII, 2006). Exercícios com grande intensidade e de caráter intermitente levam a uma maior utilização de energia via sistema glicolítico, conduzindo assim para um aumento na concentração de lactato sanguíneo ao longo do exercício (WILMORE; COSTILL, 1999). A configuração do estímulo em todos os protocolos de treinamento utilizados neste estudo demandou maior participação do sistema glicolítico para o fornecimento de energia no decorrer das séries e a pausa utilizada entre as séries não foi suficiente para evitar o acúmulo de co-produtos, levando ao aumento da concentração de lactato sanguíneo ao longo e após o exercício de força (CREWETHER *et al.*, 2006).

Comparando-se as concentrações de lactato sanguíneo de repouso não foram encontradas diferenças significativas entre os quatro protocolos, sugerindo assim, que os indivíduos iniciaram a execução dos diferentes protocolos de treinamento em condições metabólicas similares.

De maneira geral, as diferenças entre os protocolos de treinamento adotados neste estudo (intensidade ou duração da repetição) não foram suficientes para provocar alterações distintas na resposta metabólica aguda relacionada à concentração de lactato sanguíneo. Na comparação das concentrações de lactato sanguíneo após a 1ª e 3ª série entre os quatro protocolos de treinamento não foi verificada diferença significativa, com exceção para a comparação entre os protocolos de treinamento D (70%1RM, 6s - $9,07 \pm 2,33$ mmol/L) e A (60%1RM, 4s - $6,59 \pm 1,65$ mmol/L) após a 3ª série. Os resultados mostraram diferença somente entre os protocolos de treinamento com características “extremas” (A e D) (menor intensidade e duração da repetição versus maior intensidade e duração da repetição). Aumento apenas da duração da repetição (Protocolo B em relação ao protocolo A) ou da intensidade (Protocolo C em relação ao protocolo A) não foi suficiente para provocar respostas diferenciadas entre os protocolos de treinamento para o exercício agachamento guiado. Desta forma, a hipótese 2, que postulou maior concentração de lactato sanguíneo para o protocolo de treinamento D comparado com os demais protocolos não foi confirmada.

Diniz (2008) encontrou resultados similares aos do presente estudo ao comparar as concentrações de lactato sanguíneo após a 1ª série em protocolos de treinamento semelhantes ao do presente estudo. Esse autor não encontrou

diferenças entre as concentrações de lactato sanguíneo após a 1ª série ao comparar protocolos de treinamento no supino guiado que utilizaram duração da repetição livre, 4s e 6s, com intensidade de 60% de 1RM. Mas, na comparação dos protocolos após a 3ª série, foram verificadas diferenças entre os protocolos com diferentes durações da repetição. Lagally *et al.* (2002) também verificaram diferenças significativas na concentração de lactato sanguíneo somente quando intensidades “extremas” (30% versus 90%1RM) foram comparadas. Comparações entre 30% e 60%1RM, assim como entre 60% e 90%1RM não mostraram diferenças significativas. Contudo, nesse estudo investigou-se o exercício flexão de cotovelo e o protocolo de treinamento era de uma única série.

Os dados de Martins-Costa (2009) sobre a influência da duração da repetição na concentração de lactato sanguíneo no exercício supino guiado diferem dos encontrados no presente estudo. Na pesquisa de Martins-Costa (2009) foram coletadas amostras de sangue após cada uma das três séries de seis repetições com intensidade de 60% em dois protocolos com diferentes durações da repetição (4s e 6s). Em todas as amostras (com exceção do repouso), a duração da repetição de 6s provocou maiores concentrações de lactato sanguíneo na respectiva série em relação ao protocolo de 4s. Embora tenha ocorrido uma elevação significativa das concentrações de lactato sanguíneo a partir do repouso na presente pesquisa, indicando maior demanda do sistema glicolítico, os aumentos na duração da repetição (4s - 6s) ou na intensidade (60 – 70% 1RM) não representaram alterações com magnitude suficiente para diferenciar a exigência sobre o sistema glicolítico de fornecimento de energia. O fato da coleta de sangue ter sido realizada apenas um minuto após o término da série pode levantar a questão sobre a cinética da concentração de lactato e sua influência nos resultados. Contudo, o estudo de Tanimoto e Ishii (2006) não apontou diferenças entre as mensurações da concentração de lactato sanguíneo realizadas em três momentos: logo após o término de um protocolo de treinamento, após 2min e 5min.

Outras pesquisas também verificaram uma concentração de lactato sanguíneo aumentada em resposta a uma maior duração da repetição (MAZZETTI *et al.*, 2007; TANIMOTO; ISHII, 2006) ou ao aumento da intensidade (AHTIAINEN *et al.*, 2004; MAZZETTI *et al.*, 2007; TANIMOTO; ISHII, 2006). Mazzetti *et al.* (2007) investigaram o efeito de diferentes durações (3s versus 4s) na concentração de

lactato sanguíneo após o exercício agachamento guiado para uma intensidade de 60% de 1RM em quatro séries de oito repetições. Esses autores encontraram maiores valores na concentração de lactato sanguíneo ao final do exercício para o protocolo de treinamento com maior duração da repetição. No estudo de Tanimoto e Ishii (2006) também foram encontrados maiores valores de lactato sanguíneo quando comparados protocolos que utilizaram maior duração da repetição (3s versus 7s) com intensidade de 50% em exercício de extensão de joelhos. Comparando protocolos de treinamento com mesma duração da repetição (3s), mas com intensidades diferentes (50% versus 80%), esses autores também observaram maiores concentrações de lactato sanguíneo quando a intensidade era maior. Contudo, na comparação entre os protocolos de treinamento com 50% de 1RM e 7s de duração da repetição e com 80% de 1RM e 3s de duração da repetição, Tanimoto e Ishii (2006) não encontraram diferença nas concentrações de lactato sanguíneo.

Os resultados da presente pesquisa comparados com os dados de outros estudos relatados são controversos e podem ter ocorrido em virtude do tipo de exercício realizado associado à configuração das cargas utilizadas nos protocolos de treinamento neste estudo.

A configuração da carga de treinamento nos protocolos pode ser considerada moderada. As intensidades investigadas foram 60% e 70%1RM e o número de repetições por série também foi baixo.

Shimano *et al.* (2006) investigaram o número máximo de repetições em três diferentes intensidades (60, 80 e 90% de 1RM) para três tipos de exercício (agachamento, supino e flexão de cotovelo). De maneira geral, no exercício agachamento, os indivíduos realizaram um número de repetições significativamente maior comparado com os exercícios supino e flexão de cotovelo. Este comportamento foi similar tanto para os indivíduos treinados quanto para os sedentários. Esses autores verificaram que o número máximo de repetições possível de se executar no exercício agachamento com a intensidade de 60%1RM considerando indivíduos destreinados e treinados foi de $35,9 \pm 13,4$ e $29,9 \pm 7,4$ respectivamente. Shimano *et al.* (2006) sugerem que o maior número de repetições relativo ao exercício agachamento está relacionado com a maior quantidade de massa muscular envolvida. Além disso, o exercício agachamento tem característica

multiarticular e envolve diversos músculos e possibilidades de ajuste durante a sua execução (SHINOHARA, 2009; SCHOENFELD, 2010). Contudo, neste contexto, é importante considerar que, no desenho experimental desta pesquisa, todos os indivíduos deveriam ser capazes de executar os quatro protocolos de treinamento para possibilitar a comparação entre os mesmos. Com isso, a maior intensidade e duração da repetição prescritos em um determinado protocolo de treinamento deveriam ser possíveis de realizar para uma mesma padronização de séries, repetições, pausa e padrão de movimento. Desta forma, é possível considerar que os protocolos de treinamento apresentavam cargas de treinamento moderadas.

As cargas moderadas dos protocolos de treinamento e a característica multiarticular do exercício agachamento podem ter permitido que modificações na execução do movimento ocorressem para garantir a efetividade do desempenho. Hay *et al.* (1983) verificaram que o aumento da intensidade (40% para 60% e 60% para 80% de 4RM) não provocou um aumento esperado no torque articular do joelho durante a execução do exercício agachamento. O menor aumento do torque articular do joelho foi compensado por um aumento maior no torque articular do quadril e tornozelo. Esse resultado mostrou que, em exercícios multiarticulares, diferentes segmentos envolvidos no movimento podem se ajustar para garantir o desempenho na tarefa motora. Contudo, se ocorreram alterações na execução do movimento, não poderiam ser verificadas por meio do desenho experimental utilizado nesta pesquisa, necessitando que outros estudos sejam realizados com esse objetivo específico.

4.2 Influência dos protocolos de treinamento na amplitude do sinal eletromiográfico

4.2.1 Comparação da iEMG ao longo das séries

A iEMG da ação muscular concêntrica aumentou no decorrer das séries somente para os protocolos de treinamento com duração da repetição de 6s, na

comparação da 3ª série com a 1ª série. Esse resultado não confirma a hipótese 3 que postulou que a iEMG aumentaria ao longo de séries independente do protocolo de treinamento e da ação muscular.

Corroborando os resultados do presente estudo, Tesch *et al.* (1990) não verificaram aumento significativo da iEMG para o vasto lateral e reto femoral no decorrer das três séries de 32 ações concêntricas máximas em equipamento isocinético. Diferentemente destes resultados, Martins-Costa (2009) analisou respostas provocadas por durações da repetição (4s e 6s) em protocolos de treinamento no exercício supino com intensidade de 60% de 1RM. Este autor apontou um aumento na iEMG nos músculos peitoral maior e tríceps braquial ao longo das séries independentemente dos protocolos de treinamento utilizados. Pesquisas envolvendo especificamente o exercício agachamento, protocolos de treinamento com séries múltiplas e que tenham analisado a atividade eletromiográfica no decorrer das séries não foram encontradas.

Considerando os dados de Martins-Costa (2009) e que o intervalo de recuperação entre as séries não seria suficiente para a recuperação completa do organismo, esperava-se um recrutamento aumentado das unidades motoras no decorrer das séries, o que resultaria em maior atividade eletromiográfica independente do protocolo de treinamento executado. Contudo, esse fato somente ocorreu nos protocolos de maior duração da repetição (6s) (protocolos B e D) ao se comparar a 1ª com a 3ª série para a ação muscular concêntrica. Esta manutenção do nível de ativação muscular nas outras situações observadas pode estar relacionada em parte ao nível de exigência moderada dos protocolos adotados neste estudo. Como o objetivo era comparar diferentes protocolos de treinamento, as diferenças entre algumas variáveis (duração e intensidade) dos protocolos de treinamento foram dimensionadas visando permitir que todas as outras variáveis do protocolo de treinamento permanecessem constantes (séries, número de repetições, pausa, amplitude de movimento). É possível que os protocolos de treinamento investigados apresentassem uma exigência moderada para o organismo, o que não demandou uma maior participação de unidades motoras para a realização do protocolo de treinamento, especialmente para as duas primeiras séries dos protocolos investigados. Esta idéia de que os protocolos de treinamento representam cargas moderadas pode ser reforçada pelos resultados encontrados no

estudo de Shimano *et al.* (2006). Esses autores verificaram que o número máximo de repetições possível de se executar no exercício agachamento com a intensidade de 60%1RM considerando indivíduos destreinados e treinados foi de $35,9 \pm 13,4$ e $29,9 \pm 7,4$ respectivamente. No presente estudo, oito repetições foram realizadas em cada uma das três séries dos protocolos de treinamento.

Outro aspecto importante a ser considerado nesta análise diz respeito à característica multiarticular do exercício agachamento (SCHOENFELD, 2010; SHINOHARA, 2009). O controle de um sistema multiarticular é mais complexo e a força final desenvolvida contra uma resistência a ser movida depende da magnitude dos torques articulares e da relação entre eles (ZATSIORSKY, 2006). Por este motivo diferentes ajustes podem ocorrer neste exercício em função das diferentes condições impostas. Por exemplo, Caterisano *et al.* (2002) verificaram o efeito de três diferentes amplitudes do movimento (ADM) em quatro músculos envolvidos no exercício agachamento (bíceps femoral, glúteo máximo, vasto lateral e medial) e observaram alterações nos padrões de recrutamento de cada músculo investigado durante as ações excêntricas e concêntricas na dependência da modificação da ADM realizada. Reforçando este raciocínio, os dados apresentados por Hay *et al.* (1983) mostraram que o aumento em uma resistência externa não foi transferido de maneira equiparada entre as articulações envolvidas no exercício agachamento. Esses autores verificaram que o aumento da intensidade (ex.: 60% para 80% de 4RM) demandou maior torque articular para o quadril e tornozelo em comparação a alteração do torque verificado na articulação do joelho. Com isso, a demanda imposta pelo aumento da intensidade na tarefa foi absorvida por meio de uma nova relação entre os torques articulares. É possível que ajustes na produção dos torques articulares tenham ocorrido e também tenham contribuído para o comportamento da iEMG registrado nesta pesquisa; contudo, informações que possam comprovar esta argumentação estão além dos objetivos estabelecidos para este estudo, por este motivo esta argumentação permanece como um especulação.

Diferentemente do aumento da intensidade de 60 para 70%, o acréscimo de 2s na duração da repetição na ação muscular excêntrica (protocolos de treinamento B e D) provocou uma alteração significativa na iEMG do músculo vasto lateral comparando a 3ª série com a 1ª série. Este é um resultado interessante, pois indica que alterações em diferentes variáveis provocaram respostas distintas do

sistema neuromuscular. Embora as argumentações apresentadas anteriormente, a respeito de possíveis variações na execução do exercício sejam pertinentes também para discutir a não alteração da iEMG do músculo vasto lateral na comparação da 1ª e 2ª série para os protocolos B e D, a modificação da duração da repetição de 4s para 6s conduziu para uma resposta distinta. Estudos futuros envolvendo a análise cinemática do exercício agachamento sincronizada com o registro da atividade eletromiográfica de diferentes grupos musculares poderão fornecer informações para um melhor entendimento dos mecanismos envolvidos nestas respostas.

Analisando a ação muscular excêntrica no decorrer das séries, a iEMG aumentou somente para o protocolo de treinamento com maior intensidade e duração da repetição (protocolo D), na comparação da 3ª série com a 1ª série. Por este motivo, é possível concluir que a iEMG para ação muscular excêntrica se manteve estável ao longo das séries para a maioria dos protocolos de treinamento investigados, ou seja, nenhuma alteração na iEMG ocorreu ao longo das séries para três dos quatro protocolos de treinamento investigados.

Os resultados de estudos anteriores relacionados com a atividade eletromiográfica ao longo das séries para a ação muscular excêntrica também não apresentam uma tendência clara. Martins-Costa (2009), investigando durações da repetição (4s e 6s) em protocolos de treinamento no exercício supino com intensidade de 60% de 1RM, verificou um aumento da iEMG nas ações excêntricas no decorrer das séries para os músculos peitoral maior e tríceps braquial, sendo que apenas para o peitoral maior no protocolo de duração da repetição de 4s não foi encontrada uma alteração significativa. Diferentemente Tesch *et al.* (1990) não encontraram uma alteração significativa da iEMG para o vasto lateral no decorrer das três séries de 32 ações excêntricas máximas em equipamento isocinético.

Além das argumentações anteriores relacionadas com a idéia de que os protocolos de treinamento representam cargas moderadas e com a característica multiarticular do exercício agachamento, outro aspecto relevante para a análise diz respeito à maior capacidade de produção de força durante a ação muscular excêntrica comparado com a concêntrica (ENOKA; FUGLEVAND, 2001; LINDSTEDT *et al.*, 2001; TESCH *et al.*, 1990). Como as intensidades utilizadas nos protocolos de treinamento foram submáximas (60 e 70% de 1RM), para a ação muscular excêntrica essas mesmas intensidades representariam intensidades

relativamente menores em comparação com a ação muscular concêntrica. Desta forma, além do fato de que durante a ação muscular excêntrica a força necessária para deslocar o peso seja menor (a favor da gravidade), a intensidade relativa para a ação excêntrica seria inferior, resultando em uma demanda fisiológica para a ação excêntrica insuficiente para provocar um aumento na atividade eletromiográfica significativa ao longo das séries.

4.2.2 Comparação da iEMG entre os protocolos de treinamento

Foi esperado que a configuração do protocolo de treinamento com maior intensidade e duração da repetição representasse uma exigência neurofisiológica que refletisse em um maior valor de iEMG para o músculo vasto lateral comparando com os demais protocolos, independente do tipo de ação muscular. Analisando as diferentes durações da repetição com as mesmas intensidades, não foi verificada diferença na iEMG para ação muscular concêntrica em cada uma das séries entre os protocolos de treinamento A (60%1RM, 4s) e B (60%1RM, 6s), assim como, entre os protocolos de treinamento C (70%1RM, 4s) e D (70%1RM, 6s). Mas, diferenças significativas foram identificadas em todas as séries, especialmente na 1ª e 2ª série, para a ação muscular concêntrica quando os protocolos de treinamento A e B foram comparados com os protocolos C e D, sendo que os protocolos com maior intensidade (C e D; 70%1RM) apresentaram maiores valores de iEMG. Enquanto diferenças significativas na iEMG do vasto lateral para a ação excêntrica entre os protocolos de treinamento ocorreram na 1ª e 2ª série comparando o protocolo de treinamento C com os demais protocolos, na 3ª série o protocolo C só diferenciou dos protocolos A e B. Esses resultados não confirmam a hipótese 4 que postulou que a iEMG seria significativamente maior durante a execução do protocolo de treinamento com maior duração da repetição (6s) e intensidade (70% 1RM) comparada com os demais protocolos de treinamento (A, B e C), independentemente do tipo de ação muscular.

Na presente investigação, a maior duração da repetição nos protocolos B e D não resultou em diferenças significativas nos valores de iEMG do vasto lateral

para a ação muscular concêntrica. Esses resultados contradizem os achados de Martins-Costa (2009), que ao investigar o efeito dos protocolos 4s e 6s no exercício supino com intensidade de 60%1RM na iEMG da ação muscular concêntrica verificou maiores valores da atividade eletromiográfica em todas as séries analisadas para o protocolo de treinamento 6s, independentemente do grupo muscular analisado. Contudo, os protocolos de treinamento com maior intensidade (70%1RM) apresentaram maiores valores de iEMG para o vasto lateral, o que corrobora com os dados de outros estudos (GOTO *et al.*, 2008; LAGALLY *et al.*, 2002). Goto *et al.* (2008) compararam as respostas de protocolos de treinamento com diferentes durações e intensidades. Ao comparar protocolos com diferentes intensidades (50% versus 80%1RM), mas com a mesma duração da repetição, a magnitude do sinal eletromiográfico dos músculos do quadríceps foi significativamente maior no protocolo com maior intensidade durante o exercício de extensão de joelhos. Lagally *et al.* (2002) também encontraram maiores níveis de ativação muscular para a ação muscular concêntrica à medida que a intensidade do exercício de flexão de cotovelo era aumentada (30%, 60% e 90% 1RM). Desta forma, foi possível verificar que na comparação da iEMG para o vasto lateral entre os protocolos de treinamento em cada série, o aumento da intensidade de 60 para 70% resultou em maior atividade eletromiográfica do que um acréscimo de 2s na duração da repetição.

O efeito dos protocolos B (60% 1RM, 6s) e C (70% 1RM, 4s) na iEMG para o vasto lateral não foi diferente para ação muscular concêntrica, assim como, também não foram diferentes em relação a concentração de lactato sanguíneo após a 3ª série para estes dois protocolos. Tanimoto; Ishii (2006) compararam um protocolo de maior intensidade e menor duração (80% 1RM, 3s) com um protocolo de menor intensidade e maior duração (50% 1RM, 7s) e verificaram concentrações de lactato sanguíneo similares e um padrão da atividade eletromiográfica para o músculo vasto lateral durante realização de extensão de joelhos também semelhante entre os dois protocolos. Esses resultados sugerem que diferentes características (intensidade e duração da repetição) de um protocolo de treinamento podem conduzir para respostas neuromusculares e metabólicas similares.

Um resultado inesperado foi o maior valor da iEMG no vasto medial para a ação muscular excêntrica na 1ª e 2ª série comparando o protocolo de treinamento

C com os demais protocolos (A, B e D). Explicações para este resultado podem estar relacionadas com a relação entre aumento da intensidade e característica multiarticular do exercício agachamento. Entretanto, uma argumentação direta para este resultado não pode ser fornecida baseando-se nas informações levantadas neste estudo.

4.2.3 iEMG entre as ações musculares excêntrica e concêntrica

Diferenças na iEMG do músculo vasto lateral entre a ação muscular concêntrica e a excêntrica foram sistematicamente verificadas em todas as séries apenas para os protocolos de treinamento com duração da repetição de 6s (protocolos B e D). Esse resultado não confirmou a hipótese 5, que postulou uma atividade eletromiográfica maior para a ação muscular concêntrica comparada com a ação muscular excêntrica nas séries, independente do protocolo de treinamento.

Os resultados referentes aos protocolos de treinamento B e D da presente investigação corroboram os dados de pesquisas anteriores (TESCH *et al.*, 1990; MARTINS-COSTA, 2009). Tesch *et al.* (1990) verificaram maiores valores de iEMG para o vasto lateral e o reto femoral para a ação muscular concêntrica máxima em todas as comparações com a ação muscular excêntrica máxima durante o exercício em um aparelho isocinético. Martins-Costa (2009), investigando o efeito dos protocolos 4s e 6s no exercício supino com intensidade de 60%1RM na iEMG do músculo peitoral maior e tríceps braquial, verificou uma maior iEMG na ação muscular concêntrica quando comparada com a ação muscular excêntrica. Este resultado está de acordo com outros estudos encontrados na literatura (PINCIVERO *et al.*, 2006; PINCIVERO *et al.*, 2008).

Os seguintes argumentos podem ser apresentados para expectativa de uma menor ativação muscular durante a ação excêntrica. Durante as ações excêntricas a força aplicada na barra é inferior a resistência imposta pela mesma, possibilitando que o movimento ocorra. Por este motivo, é exigida uma menor produção de força para deslocar a resistência (peso) em ações musculares excêntricas do que em ações musculares concêntricas, o que exigiria também uma

menor ativação muscular (PINCIVERO *et al.*, 2006; 2008). Outra argumentação para a menor iEMG seria a contribuição de componentes elásticos do tecido muscular para a produção de força durante a ação muscular excêntrica, que diminuiria a necessidade de produção de força pelos elementos contráteis e conseqüentemente a ativação muscular (DUCHATEAU; ENOKA, 2008; HERZOG *et al.*, 2003).

Contudo, estas explicações não se aplicam a todos os protocolos de treinamento investigados no presente estudo, pois diferenças na iEMG no músculo vasto lateral entre as ações musculares concêntricas e excêntricas não foram verificada em todos os protocolos. Especificamente para o protocolo A, a iEMG do músculo vasto lateral foi similar para as ações musculares concêntrica e excêntrica em todas as séries. Considerando os argumentos anteriores sobre a diferença de desempenho de força entre as ações musculares e, conseqüentemente, expectativa de menor ativação muscular durante a ação excêntrica, foi esperada uma diferença entre as ações musculares em todos os protocolos de treinamento. Se este resultado tem alguma relação com o exercício agachamento e/ou as características do protocolo de treinamento realizado é uma questão que permanece aberta.

4.3 Limitações do estudo

O exercício agachamento apresenta grande complexidade de movimento e diversos grupos musculares estão envolvidos em sua realização. No presente estudo foi avaliada apenas a atividade elétrica do vasto lateral do músculo quadríceps. Modificações nos padrões de ativação dos diversos músculos do quadríceps podem ter ocorrido em função das alterações na configuração da carga de treinamento utilizada neste estudo. Evidências para esta argumentação foram apresentadas no estudo de Keogh *et al.* (1999). Esses autores observaram que para uma duração da repetição menor o músculo bíceps braquial foi estimulado preferencialmente em relação ao músculo braquial, mas, quando a duração da repetição era maior, este padrão de ativação foi invertido entre os músculos. Desta forma seria interessante analisar a ativação de outros músculos envolvidos na extensão do joelho, como o vasto medial e o reto femoral.

Além da análise mais detalhada da ativação do músculo quadríceps, seria interessante a avaliação da participação de outros músculos envolvidos no movimento do exercício agachamento, como os músculos tríceps sural e os músculos posteriores da coxa. O estudo de Caterisano *et al.* (2002) investigou alterações nos padrões de ativação de diversos músculos envolvidos no exercício agachamento e encontrou diferenças no percentual de participação desses músculos a medida que diferentes amplitudes de movimento eram realizadas. Com isso, a avaliação da ativação dos diversos músculos envolvidos na execução do exercício agachamento poderia levar a um maior entendimento dos efeitos de diferentes manipulações da carga de treinamento em um exercício de grande complexidade.

5 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo apontaram que alterações significativas nas respostas de concentração de lactato sanguíneo observadas para o exercício agachamento ocorreram quando as duas variáveis de treinamento foram manipuladas conjuntamente (duração da repetição e intensidade). Ou seja, para o desenho experimental adotado neste estudo, pequenas alterações em uma das variáveis isoladamente (duração de 4s para 6s ou intensidade de 60% para 70% de 1RM) não foram capazes de provocar diferentes respostas metabólicas ao longo e após o exercício de força.

Já para a ativação muscular, apenas quando a duração foi manipulada (4s para 6s) houve diferenças na resposta eletromiográfica, o mesmo não ocorrendo com a manipulação da intensidade (peso) do treinamento (60% para 70% de 1RM).

Portanto, os resultados observados neste trabalho devem ser considerados levando-se em consideração as manipulações e limitações da elaboração da carga de treinamento e exercício (agachamento guiado) adotados especificamente neste estudo.

REFERÊNCIAS

- ACSM (American College of Sports Medicine). Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.41, n.3, p.687-708, 2009.
- AHTINAINEN, J.; PAKARINEN, A.; KRAEMER, W. J. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in strength athletes versus nonathletes. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v.29, n.5, p. 527-543, 2004.
- BIRD, S. P.; TARPENNING, K. M; MARINO, F. E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Medicine*. v.35, n.10, p. 841-851, 2005.
- BLOOMER, R. J.; IVES, J. C. Varying neural and hypertrophic influences in a strength program. *Strength and Conditioning Journal*. v.22, n.2, p. 30-35, 2000.
- BOTTARO, M. *et al.* Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *European Journal of Applied Physiology*. v.99, p. 257-264, 2007.
- CACCHIO, A. *et al.* Effects of 8-week strength training with two models of chest press machines on muscular activity pattern and strength. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. v.18, n.4, p. 618-627, 2007.
- CATERISANO, A. *et al.* The effect of back squat depth on the EMG activity of 4 superficial hip and thigh muscles. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.16, n.3, p. 428-432, 2002.
- CHAGAS, M. H.; LIMA, F. V. **Musculação**: variáveis estruturais. Belo Horizonte: Casa da Educação Física. 72 p. 2008.
- CREWETHER, B. T.; CRONIN, J.; KEOGH, J. W. L. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute mechanical responses. *Sports Medicine*. v.35, n.11, p. 967-989, 2005.
- CREWETHER, B. T.; CRONIN, J.; KEOGH, J. W. L. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute metabolic responses. *Sports Medicine*. v.36, n.11, p. 65-78, 2006.
- CREWETHER, B. T.; CRONIN, J.; KEOGH, J. W. L. The contribution of volume, technique, and load to single-repetition and totalrepetition kinematics and kinetics in response to three loading schemes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v. 22, n.6, p. 1908–1915, 2008.

DINIZ, R. C. R. **A duração da repetição influencia a concentração de lactato sanguíneo e a percepção subjetiva de esforço em protocolos de treinamento no exercício supino.** 2008. 74f. Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

DRUST, B. *et al.* Circadian rhythms in sports performance – an update. *Chronobiology International*. v. 22, n.1, p. 21-44, 2005.

DUCHATEAU, J.; ENOKA, R. M. Neural control of shortening and lengthening contractions: influence of task constraints. *Journal of Physiology*, v.586, n.24, p.5853–5864, 2008.

DURAND, R. J. *et al.* Hormonal responses from concentric and eccentric muscle contractions. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 35, n. 6, p. 937-943, 2003.

ENOKA, R. M.; FUGLEVAND, A. Motor unit physiology: some unresolved issues. *Muscle and Nerve*, v.24, p.4-17, 2001.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Designing resistance training programs.** 3rd ed. Champaign: Human Kinetics, 392p. 2004.

GOSSELINK, K. L. *et al.* Skeletal muscle afferent regulation of bioassayable growth hormone in the rat pituitary. *Journal of Physiology Science*, v.84, n.4, p. 1425-1430, 1998.

GOTO, K.; ISHII, N.; KIZUKA, T.; TAKAMATSU, K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 37, n.6, p. 955-963, 2005.

GOTO, K. *et al.* Hormone and recovery responses to resistance exercise with slow movement. *The Journal of Physiological Sciences*. v.58, n.1, p. 7-14, 2008.

HATFIELD, D. L. *et al.* The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.20, n.4, p. 760-766, 2006.

HAY, J. G. *et al.* Load, speed and equipment effects in strength-training exercises. In: BIOMECHANICS, 8-B, Nagoya, Japan, 1983. **Proceedings...** Champaign, IL: Human Kinetics, 1983. p. 939-950.

HERZOG, W.; SCHACHAR, R.; LEONARD, T. R. Characterization of the passive component of force enhancement following active stretching of skeletal muscle. *The Journal of Experimental Biology*, v.206, p. 3635-3643, 2003.

KEELER, L. *et al.* Early-phase adaptations of traditional speed vs. superslow resistance training on strength and aerobic capacity in sedentary individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.15, p. 309-314. 2001.

- KEOGH, J. W. L.; WILSON, G. J.; WEATHERBY, R. P. A cross-sectional comparison of different resistance training techniques in the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.13, n.3, p. 247–258, 1999.
- KRAEMER, W. J. *et al.* Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *Journal of Applied Physiology*, v.75, n.2, p.594-604, 1993.
- KRAEMER, W. J. *et al.* Changes in muscle hypertrophy in women with periodized resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.36, n.4, p. 697-708, 2004.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.36, n.4, p. 674-688, 2004.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*. v.35, n.4, p. 339-361, 2005.
- KULIG, K. *et al.* The effects of eccentric velocity on activation of elbow flexors: evaluation by magnetic resonance imaging. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.33, n.2, p. 196-200, 2001.
- LaCHANCE, P. F.; HORTOBAGYI, T. Influence of cadence on muscular performance during push-up and pull-up exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.8, n.2, p.76-79, 1994.
- LAGALLY, K. M. *et al.* Perceived exertion, electromyography, and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.34, n.3, p. 552-559, 2002.
- LAGALLY, K. M. *et al.* Ratings of perceived exertion and muscle activity during the bench press exercise in recreational and novice lifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.18, n.2, p. 359-364, 2004.
- LAMAS, L. *et al.* Treinamento de força máxima x treinamento de potência: alterações no desempenho e adaptações morfológicas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. v.4, n.1, p. 331-340, 2007.
- LINDSTEDT, S. L.; LASTAYO, P. C.; REICH, T. E. When active muscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions. *Physiology*. v.16, p. 256-261, 2001.
- MANABE, Y.; SHIMADA, K.; OGATA, M. Effect of slow movement and stretch-shortening cycle on lower extremity muscle activity and joint movements during squats. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. v.47, n.1, p. 1-12, 2007.

MARTINS-COSTA, H. C.; **Respostas fisiológicas e mecânicas provocadas por protocolos de treinamento com diferentes durações da repetição no exercício supino**. 2009. 69f. Dissertação (Mestrado em Treinamento Esportivo) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2009.

MARTINS-COSTA, H. C. *et al.* O trabalho mecânico em um protocolo de treinamento de força se correlaciona significativamente com a concentração de lactato sanguíneo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 14., 2011, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Biomecânica, 2011. p. 195.

MAZZETTI, S. *et al.* Effect of explosive versus slow contraction and exercise intensity on energy expenditure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v. 39, n.8, p. 1291-1301, 2007.

MORISSEY, M. C. *et al.* Early phase differential effects of slow and fast barbell squat training. *The American Journal of Sports Medicine*. v.26, n.2, p. 221-230, 1998.

MORITANI, T. Time Course of Adaptations during Strength and Power Training. In: KOMI, P. V. (ed). **Strength and power in sport**. Oxford, Blackwell Science, 1992. p. 266-278.

MOSS, B. M. *et al.* Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. v.75, n.3, p. 193-199, 1997.

MUNN, J. *et al.* Resistance training for strength: effect of number of sets and contraction speed. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.37, n.9, p. 1622-1626, 2005.

NEILS, C. M. *et al.* Influence of contraction velocity in untrained individuals over initial early phase of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.19, n.4, p. 883-887, 2005.

OLIVEIRA, A. S. C.; GONÇALVES, M. Exercícios resistidos de flexão de cotovelo: efeitos sobre parâmetros temporais e espectrais da atividade eletromiográfica. *Revista Brasileira de Biomecânica*. v.8, n.15, p. 38-47, 2007.

PINCIVERO, D. M. *et al.* Quadriceps femoris electromyogram during concentric, isometric and eccentric phases of fatiguing dynamic knee extensions. *Journal of Biomechanics*. v.39, p. 246-254, 2006.

PINCIVERO, D. M.; COELHO, A. J.; CAMPY, R. M. Contraction mode shift in quadriceps femoris muscle activation during dynamic knee extensor exercise with increasing loads. *Journal of Biomechanics*. v.41, p. 3127-3133, 2008.

PORTNEY, L. G.; WATKINS, M. P. **Foundations of clinical research**: applications to practice. 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 912p. 2008.

SALE, D. G. Neural adaptation to strength training. In: KOMI, P. V. (ed). **Strength and power in sport**. Oxford, Blackwell Science, 1992. p. 249-265.

SAKAMOTO, A.; SINCLAIR, P. Effect of movement velocity on the relationship between training load and number of repetitions of bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.20, n.3, p. 523-527, 2006.

SCHWANBECK, S.; CHILIBECK, P. D.; BINSTED, G. A comparison of free weight squat to smith machine squat using electromyography. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.23, n.9, p. 2588-2591, 2009.

SCHOENFELD, B. J. Squat kinematics and kinetics and their application to exercise performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.24, n.12, p. 3497-3506, 2010.

SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles). Disponível em: < <http://www.seniam.org/>>. Acesso em: mai. 2009.

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.

SHIMANO, T. *et al.* Relationship between the number of repetitions and select percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.20, n.4, p. 819-823, 2006.

SHINOHARA, M. Muscle activation strategies in multiple muscle systems. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.41, n.1, p. 181-183, 2009.

SPIERING, B. A. *et al.* Resistance exercise biology: manipulation of resistance exercise programme variables determines the response of cellular and molecular signaling pathways. *Sports Medicine*. v.38, n.7, p. 527-540, 2008.

TAKARADA, Y. *et al.* Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology*, v. 88, p. 61-65, 2000.

TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: a review. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.13, n.3, p. 289-304, 1999.

TANIMOTO, M.; MADARAME, H.; ISHII, N. Muscle oxygenation and plasma growth hormone concentration during and after resistance exercise: comparison between "KAATSU" and other types of regimen. *International Journal of KAATSU Training Research*, v.1, p.51-56, 2005.

- TANIMOTO, M.; ISHII, N. Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. *Journal of Applied Physiology*. v.100, p. 1150-1157, 2006.
- TESCH, P. A. *et al.* Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle actions. *Acta Physiologica Scandinavica*, v.138, p.263–271, 1990.
- TRAN, Q. T.; DOCHERTY, D. Dynamic training volume: a construct of both time under tension and volume load. *Journal of Sports Science and Medicine*. v.5, p. 707-713, 2006.
- VERA-GARCIA, F. *et al.* Influence of trunk curl-up speed on muscular recruitment. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.22, n.3, p.684-690, 2008.
- VIRU, M. *et al.* Effect of restricted blood flow on exercise-induced hormone changes in healthy men. *European Journal of Applied Physiology*. v.77, p. 517-522, 1998.
- WEIR, J. P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v.19, n.1, p. 231-240, 2005.
- WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; THOMEÉ, R. The influence of frequency, intensity and volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Medicine*. v.37, n.3, p. 225-264, 2007.
- WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; RAASTAD, T. Ischemic strength training: a lowload alternative to heavy resistance exercise? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. v.18, p.401-416, 2008.
- WESTCOTT, W. L. *et al.* Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. v.41, n.2, p.154-158, 2001.
- WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Physiology of sport and exercise**. 2nd Ed., Champaign: Human kinetics, 710p. 1999.
- ZATSIORSKY, V. M. Biomecânica da força e do treinamento de força. In: Komi, P.V. **Força e Potência no esporte**. Porto Alegre: Artmed, 2006, p.455-502.

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Terminologia obrigatória em atendimento à resolução 196/96 – CNS-MS)

Nº _____

PESQUISADORES:

Dr. Mauro Heleno Chagas (orientador)
Tel.: (31) 3409-2359
mauroh@eefito.ufmg.br

Erica Fischer Fernandes Corradi (mestranda)
Tel.: (31) 9113-7481
fischer_sct@yahoo.com.br

Convido você a participar como voluntário da pesquisa intitulada **“Efeito agudo de diferentes durações da repetição na concentração de lactato e no sinal eletromiográfico no exercício agachamento”** que tem como objetivo investigar o efeito agudo de diferentes durações da repetição na concentração de lactato sanguíneo e na atividade elétrica muscular, utilizando diferentes configurações da carga de treinamento no exercício agachamento guiado.

Para isto, você comparecerá ao Laboratório do Treinamento em Musculação (LAMUSC) da UFMG em 6 dias. Nos dois primeiros dias, serão realizados testes de uma repetição máxima (1 RM) no exercício agachamento guiado, objetivando mensurar a sua força máxima dinâmica. Neste teste, você realizará apenas uma repetição, sendo que o peso na barra será progressivamente aumentado até que você não consiga finalizar a ação concêntrica (subida da barra). Serão realizadas no máximo 6 tentativas com cinco minutos de pausa entre cada. No primeiro dia de coleta, ainda serão realizadas mensurações da massa corporal e estatura, preenchimento de um questionário a respeito do seu treinamento na musculação (especialmente sobre o agachamento), padronização do posicionamento na barra e posicionamento do eletrogoniômetro (para a medida do ângulo) na articulação do joelho. Nesse dia ocorrerá também, familiarização das durações de repetição prescritas nesse protocolo. No segundo dia serão realizadas as medidas das dobras cutâneas para a mensuração do percentual de gordura, além da repetição do teste de 1RM e familiarização da duração da repetição. Estima-se que a duração desses procedimentos seja em torno de 60 minutos.

Nos quatro dias seguintes, serão executadas sessões de treinamento também no exercício agachamento guiado. Em cada sessão de treinamento será utilizado um protocolo escolhido aleatoriamente (vide tabela). Tempo estimado: 60 minutos.

Quadro 1
Componentes da Carga de Treinamento

Protocolo	Duração da repetição (s)	Séries	Repetições	Intensidade (% 1 RM)	Pausa (min)
I	4	3	8	60	3
II	6	3	8	60	3
III	4	3	8	70	3
IV	6	3	8	70	3

Nos dias de treinamento, você será submetido à uma tricotomização (raspagem dos pêlos) nas regiões da coxa e perna para a colocação de eletrodos que serão utilizados para mensurar a atividade elétrica da musculatura durante todo treinamento. Além disto, será feito um pequeno furo no lóbulo da orelha para a retirada de 30 µl (uma gota) de sangue para a análise da concentração de lactato sanguíneo, após um período de repouso de 5 minutos e 1 minuto após a primeira e terceira séries. Em todo o procedimento de retirada do sangue e tricotomização, os responsáveis pela sua coleta utilizarão materiais descartáveis e tomarão todas as medidas de biossegurança necessárias. Previamente ao treinamento será realizada uma contração voluntária máxima (CVM) para captar o sinal eletromiográfico (atividade elétrica da musculatura), para isso você realizará uma ação

isométrica (realização de força contra a barra sem movimento) em torno de 85° de flexão de joelhos. Serão realizadas 3 séries de 5s com pausa de 2 min entre séries.

Ao longo dos dias de coleta, você poderá continuar seu treinamento na musculação. Entretanto, este será adaptado pelos pesquisadores responsáveis, caso não haja um período em torno de 48 h de descanso para as musculaturas dos membros inferiores antes de cada sessão de coleta. Esta adaptação será fundamental para que o seu treinamento não influencie os resultados da pesquisa.

RISCOS E BENEFÍCIOS:

A participação nesta pesquisa envolve os riscos gerais relacionados à prática de exercícios físicos como lesões músculo-esqueléticas, traumatismos, etc. Contudo, estes riscos não são diferentes dos presentes em sua rotina de treinamento. Além disto, a frequência com que esses eventos ocorrem em condições laboratoriais é mínima, sendo que sempre haverá pelo menos dois pesquisadores responsáveis pelo auxílio e segurança caso você não consiga suspender a barra.

A coleta do sangue pode causar pequeno desconforto no momento da perfuração. Mas é um procedimento seguro e muito utilizado nas pesquisas da área. Os riscos de contaminação são reduzidos pelos procedimentos de biossegurança adotados pelos pesquisadores, que utilizarão materiais descartáveis e esterilizados.

Em contrapartida à sua participação na pesquisa, você receberá informações sobre seu desempenho de força, percentual de gordura corporal e massa magra. Estas informações podem ser utilizadas para a prescrição de seu próximo programa de treinamento.

CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS:

Todos os seus dados são confidenciais, sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma e somente os pesquisadores envolvidos neste estudo terão acesso a estas informações que serão utilizadas para fins de pesquisa.

EVENTUAIS DESPESAS MÉDICAS:

Não está prevista qualquer forma de remuneração ou pagamento de eventuais despesas médicas para os voluntários. Todas as despesas especificamente relacionadas com o estudo são de responsabilidade do LAMUSC da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

Você dispõe de total liberdade para esclarecer questões que possam surgir durante o andamento da pesquisa. Qualquer dúvida, por favor, entre em contato com os pesquisadores responsáveis pelo estudo: Mauro Heleno Chagas, tel. 3409-2359 e Erica Fischer Fernandes Corradi, tels. 3409-2362 / 9113-7481.

Você poderá recusar-se a participar deste estudo e/ou abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar. Você também deve compreender que os pesquisadores podem decidir sobre a sua exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informado.

CONSENTIMENTO:

Concordo com tudo o que foi exposto acima e, voluntariamente, aceito participar deste estudo, que será realizado no Laboratório do Treinamento em Musculação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

Belo Horizonte, _____ de _____ de 20____

Assinatura do voluntário: _____

Declaro que expliquei os objetivos deste estudo para o voluntário, dentro dos limites dos meus conhecimentos científicos.

Erica Fischer Fernandes Corradi
Mestranda / Pesquisadora

Dr. Mauro Heleno Chagas
Orientador / Pesquisador

Comitê de Ética de Pesquisa da UFMG, Unidade Administrativa II, 2º andar, Av. Antônio Carlos, 6627,
Campus Pampulha – UFMG – (31)3409-4592.

ANEXO A**Carta de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade
Federal de Minas Gerais**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

Parecer nº. ETIC 0165.0.203.000-10

**Interessado(a): Prof. Mauro Heleno Chagas
Departamento de Esportes
EEFFTO - UFMG**

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 11 de agosto de 2010, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado **"Efeito agudo de diferentes durações da repetição na concentração de lactato sanguíneo e no sinal eletromiográfico no exercício de agachamento"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG**