

HUGO CESAR MARTINS COSTA

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E MECÂNICAS PROVOCADAS POR
PROTOCOLOS DE TREINAMENTO COM DIFERENTES DURAÇÕES DA
REPETIÇÃO NO EXERCÍCIO SUPINO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
BELO HORIZONTE

2009

Hugo Cesar Martins Costa

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E MECÂNICAS PROVOCADAS POR
PROTOCOLOS DE TREINAMENTO COM DIFERENTES DURAÇÕES DA
REPETIÇÃO NO EXERCÍCIO SUPINO**

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
Universidade Federal de Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
BELO HORIZONTE

2009

C837r Costa, Hugo Cesar Martins
2009 Respostas fisiológicas e mecânicas provocadas por protocolos de treinamento com diferentes durações da repetição no exercício supino. [manuscrito] / Hugo Cesar Martins Costa – 2009.
36 f., enc.: il.

Orientador: Mauro Heleno Chagas

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 57-65

1. Esportes – Treinamento técnico - Teses. 2. Ácido láctico. – Teses. 3. Eletromiografia. I. Chagas, Mauro Heleno. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796.015.52



Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte



Dissertação intitulada "Respostas Fisiológicas e Mecânicas Provocadas Por Protocolos de Treinamento Com Diferentes Durações da Repetição no Exercício Supino", de autoria do mestrando **Hugo César Martins Costa**, defendida em 31 de agosto de 2009, 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. Mauro Heleno Chagas
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto Tricoli
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física e Esporte
Universidade de São Paulo

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

Belo Horizonte, 31 de agosto de 2009.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, João e Elizabeth, que me deram todo o suporte necessário sem medir esforços, e juntamente com o Bruno, meu irmão, apoiaram incondicionalmente a minha trajetória profissional.

À Vanessa, por compartilhar comigo a Educação Física e por também me apoiar na escolha do mestrado.

Aos membros do LAMUSC, especialmente àqueles que se envolveram neste projeto e juntamente comigo puderam aprender com o desenvolvimento do mesmo.

Ao professor Mauro Heleno Chagas, pelo exemplo profissional, pelo comprometimento enquanto orientador e por todo o incentivo que me proporcionou durante mais essa etapa.

Ao professor Fernando Vitor Lima, pelas contribuições deixadas desde 2001 quando iniciei no projeto de Extensão em Musculação da UFMG, do qual é o coordenador.

Aos membros do BIOLAB, de forma especial à professora Sílvia Santos Araújo, pela disponibilidade nas discussões sobre a eletromiografia.

Ao professor Alberto Avelar Barreto (CNEN/CDTN) e ao acadêmico William Figueiredo (NEPEB), pela disponibilidade nas discussões relacionadas ao tratamento dos dados.

Aos amigos e familiares que também me incentivaram durante todo o mestrado.

Finalmente, agradeço a Deus, por permitir que mais essa meta fosse alcançada.

Hugo Cesar Martins Costa

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram: a) comparar o efeito agudo da realização de protocolos de treinamento com duas durações da repetição diferentes em respostas fisiológicas (amplitude do sinal eletromiográfico e concentração de lactato sanguíneo); b) verificar o nível da correlação entre respostas fisiológicas e mecânicas produzidas pelos protocolos de treinamento utilizados. Participaram da pesquisa dezenove voluntários do sexo masculino ($24,9 \pm 4,2$ anos) que praticavam musculação continuamente há pelo menos seis meses. Foram executados dois protocolos de treinamento no supino guiado constituídos de três séries de seis repetições a 60% de 1RM e pausa entre séries de três minutos. Em cada protocolo de treinamento foi utilizada uma duração da repetição (4s e 6s) controlada por metrônomo, sendo a ordem de realização dos protocolos determinada de forma aleatória e balanceada. A amplitude do sinal eletromiográfico das ações musculares concêntricas e excêntricas dos músculos peitoral maior e tríceps braquial foi quantificada pela integral eletromiográfica (iEMG) em cada série dos protocolos de treinamento. Amostras de sangue foram coletadas em repouso e um minuto após a realização de cada uma das três séries de treinamento para a análise da concentração do lactato sanguíneo. Durante a realização dos protocolos de treinamento, um sensor de deslocamento fotoelétrico acoplado a barra móvel do equipamento supino guiado possibilitou o cálculo das variáveis mecânicas trabalho, potência e impulso. A execução dos protocolos de treinamento provocou um aumento da iEMG das ações concêntricas no decorrer das séries em ambos os protocolos, sendo que o protocolo 6s apresentou maiores valores da ativação muscular que o protocolo 4s. Com relação à ação muscular excêntrica do músculo peitoral maior, houve aumento da iEMG no decorrer das séries apenas para o protocolo 6s, sendo essa variável inclusive maior que o protocolo 4s na 3ª série. Para o músculo tríceps braquial, embora ambos os protocolos tenham promovido aumento na iEMG das ações excêntricas, não houve diferenças na ativação muscular entre os dois protocolos de treinamento. Ambos os protocolos de treinamento produziram aumento da concentração de lactato sanguíneo no decorrer das séries, sendo maiores valores encontrados no protocolo 6s. Não foram encontradas correlações significativas entre as variáveis mecânicas e a amplitude do sinal eletromiográfico, mas foram verificadas correlações significativas entre as variáveis mecânicas e a concentração de lactato sanguíneo ($r = 0,49$ a $0,74$). Os resultados deste estudo mostram que embora uma maior duração da repetição aumente a amplitude do sinal eletromiográfico ao se realizar um protocolo de treinamento no exercício supino guiado, para as ações excêntricas, esse comportamento pode depender do grupo muscular analisado. Adicionalmente, maiores durações da repetição aumentam a concentração de lactato sanguíneo após cada série do protocolo de treinamento. Por fim, foram encontrados níveis de correlação baixos a moderados entre variáveis mecânicas e concentração de lactato sanguíneo, sendo que o valor desta correlação é influenciado pela característica do protocolo de treinamento utilizado.

Palavras-Chave: Carga de treinamento, efeito agudo, lactato sanguíneo, sinal eletromiográfico.

ABSTRACT

The aims of this study were: a) to compare the acute effect of two training protocols with different durations of repetition on physiological responses (electromyographic signal amplitude and blood lactate concentration); b) to verify the level of correlation between physiological and mechanical responses produced by the resistance training protocols. Nineteen men ($24,9 \pm 4,2$ yr), with at least 6 months of recreational strength training experience participated in this study. Two training protocols were carried out, consisting of three sets of six repetitions, 60% of 1RM, three minutes of rest interval between each set. In each training protocol was used a specific duration of repetition (4s or 6s) controlled by a metronome. To avoid order effects, the protocol to be performed was assigned to the subjects in a randomized and balanced design. The electromyographic signal amplitude of concentric and eccentric muscle actions (pectoralis major and triceps brachii muscles) was quantified by the integral of the rectified electromyographic signal (iEMG) obtained in each set of the training protocols. Blood samples were collected at rest and one minute after all three sets and then stored for later measurement of lactate concentration. During the training protocols, a photoelectric displacement sensor attached to the bar of the smith machine made possible the calculation of mechanical variables work, power and impulse. Both training protocols increased the iEMG of concentric actions in the course of the sets and the protocol 6s showed higher values of the muscular activation than the protocol 4s. With respect to pectoralis major eccentric action, there was an increase in iEMG during the sets only in the protocol 6s. Additionally pectoralis major eccentric muscle activation in the 3rd set of the protocol 6s was higher than in the protocol 4s. To the triceps brachii muscle, although the protocols increased the iEMG of eccentric actions, there were no differences on muscular activation between the training protocols. Both training protocols increased the blood lactate concentration during the sets, with higher values found in the protocol 6s. There were no significant correlations between the mechanical variables and the electromyographic signal amplitude, but there were significant correlations between mechanical variables and the blood lactate concentration ($r = 0,49$ a $0,74$). The results of this study demonstrate that although a higher duration of repetition increases the electromyographic signal amplitude while performing a training protocol in the bench press exercise, for eccentric actions, this behavior may depend on the muscle group analyzed. In addition, higher duration of repetition increases the blood lactate concentration after each set of training protocol. Finally, low to moderate levels of correlation were found between mechanical variables and blood lactate concentration, and the values of the correlation are influenced by the characteristic of the training protocol used.

Key-words: Training workload, acute effect, duration of repetition, blood lactate, electromyographic signal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Delineamento experimental	21
Figura 2 - Equipamento de musculação utilizado no estudo	23
Figura 3 - Equipamentos para aquisição de dados.....	24
Figura 4 - Posicionamento dos eletrodos de superfície	27
Gráfico 1 - Tempo médio das ações musculares excêntrica e concêntrica nos protocolos 4s e 6s	39
Gráfico 2 - Média da iEMG do músculo peitoral maior em cada protocolo de treinamento.....	40
Gráfico 3 - Média da iEMG do tríceps braquial em cada protocolo de treinamento.....	41
Gráfico 4 - Concentração de lactato sanguíneo em repouso e após cada série dos protocolos 4s e 6s	42
Quadro 1 - Protocolos de treinamento utilizados no estudo	30

LISTA DE TABELAS

1 -	Caracterização da amostra	37
2 -	Dados descritivos da integral eletromiográfica obtidos em contração isométrica voluntária máxima e valores de coeficiente de correlação intraclasse e erro padrão de medida nas sessões de coleta 1 e 2	38
3 -	Respostas mecânicas em cada protocolo de treinamento	39
4 -	Níveis de correlação entre respostas fisiológicas e mecânicas obtidas nas sessões de treinamento	43

LISTA DE ABREVIATURAS

CAE -	Ciclo de alongamento-encurtamento
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
CIVM -	Contração isométrica voluntária máxima
CV -	Coeficiente de variação
EPM -	Erro padrão da medida
iEMG -	Integral do sinal eletromiográfico
RED -	Resistência externa dinâmica
RM -	Repetição máxima

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	19
3	HIPÓTESES	20
4	MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1	Delineamento experimental	21
4.2	Amostra	22
4.3	Equipamentos	24
4.4	Procedimentos	25
4.4.1	Sessões 1 e 2 – Testes de CIVM, 1RM e familiarização com o metrônomo	25
4.4.1.1	Padronização da posição para realização do exercício	27
4.4.1.2	Teste de CIVM	28
4.4.1.3	Teste de 1RM	28
4.4.1.4	Familiarização com o controle da duração	29
4.4.2	Sessões 3 e 4 – Protocolos de treinamento	30
4.5	Variáveis mensuradas	32
4.5.1	Duração da repetição	32
4.5.2	Variáveis eletromiográficas	33
4.5.3	Variáveis mecânicas	33
4.5.4	Concentração de lactato sanguíneo	34
4.6	Análise estatística	35
5	RESULTADOS	37
6	DISCUSSÃO	44
6.1	Influência dos protocolos de treinamento na amplitude do sinal eletromiográfico	45
6.2	Influência dos protocolos de treinamento na concentração de lactato sanguíneo	50
6.3	Correlações entre respostas fisiológicas e mecânicas	52
6.4	Limitações do estudo	54
7	CONCLUSÃO	56

REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE	66
ANEXO	69

1 – INTRODUÇÃO

Diferentes variáveis devem ser consideradas na elaboração de um programa de treinamento na musculação. No treinamento de força na musculação, o peso a ser levantado, o número de séries, o número de repetições e a pausa são variáveis que influenciam a característica do estímulo de treinamento (ACSM, 2009; CHAGAS; LIMA, 2008; KRAEMER; RATAMESS, 2004). Diversos autores têm sugerido valores para estas variáveis de acordo com o objetivo pretendido com o treinamento (ACSM, 2009; BIRD *et al.*, 2005; KRAEMER; RATAMESS, 2004). Para o treinamento de força enfatizando hipertrofia muscular os valores de 60-85% do desempenho obtido no teste de uma repetição máxima (1RM), três a seis séries, seis a doze repetições e pausas entre séries de um a três minutos têm sido bastante citados na literatura (BIRD *et al.* 2005; GÜLLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1999; KRAEMER; RATAMESS, 2004; WERNBOM *et al.*, 2007) e utilizados em estudos experimentais (LAMAS *et al.*, 2007; VISSING *et al.* 2008). Assim como as variáveis já mencionadas, a duração da repetição¹ exerce interferência no estímulo de treinamento (HATFIELD *et al.*, 2006; LACHANCE; HORTOBÁGYI, 1994; SAKAMOTO; SINCLAIR, 2006) e também pode influenciar as respostas agudas e crônicas pretendidas (MORISSEY *et al.*, 1998; TANIMOTO; ISHII, 2006). Entretanto, dados sobre os valores de referência para duração da repetição e as respostas fisiológicas ainda são pouco consistentes.

Alguns estudos envolvendo o treinamento de força têm indicado que a duração da repetição pode influenciar no desempenho de força máxima (KEELER *et al.*, 2001; MUNN *et al.*, 2005; RANA *et al.*, 2008; TANIMOTO; ISHII, 2006; TANIMOTO *et al.*, 2008; WESTCOTT *et al.*, 2001) e de potência (BOTTARO *et al.*, 2007; MORISSEY *et al.*, 1998; NEILS *et al.*, 2005) em indivíduos sedentários. Contudo, os resultados de alguns desses estudos (KEELER *et al.*, 2001; MUNN *et al.*, 2005; NEILS *et al.*, 2005; RANA *et al.*, 2008; TANIMOTO *et al.*, 2008; WESTCOTT *et al.*, 2001) devem ser considerados com cautela, pois além da duração da repetição, variáveis como o peso e o número de repetições, que também interferem nos efeitos do treinamento, permaneceram diferentes entre os protocolos

¹ Repetição é entendida como a “execução de um movimento completo do exercício, caracterizado pelas ações musculares excêntrica e concêntrica” (FLECK; KRAEMER, 1997, p.4).

de treinamento utilizados, o que dificulta a interpretação desses resultados. Nos estudos que somente a duração da repetição foi manipulada, após um período de treinamento, não foi encontrada diferença significativa no desempenho mensurado por meio do teste de 1RM quando diferentes durações da repetição foram comparadas (3-4s x 4-6s; BOTTARO *et al.*, 2007 e 2s x 4s; MORISSEY *et al.*, 1998). Contudo, na mensuração da força utilizando a contração voluntária máxima isométrica observou-se um desempenho significativamente maior nos voluntários que realizaram um treinamento com uma duração da repetição maior (3s x 7s) (TANIMOTO; ISHII, 2006). Estes resultados conflitantes demonstram a necessidade de mais pesquisas para um melhor entendimento da relação entre a duração da repetição e o desempenho de força.

Um dos principais mecanismos relacionados com o aumento do desempenho de força após a realização de programas de treinamento de força é a hipertrofia muscular (FLECK; KRAEMER, 1997). No que se refere à influência da duração da repetição sobre o aumento da área de seção transversa da musculatura durante o treinamento de força na musculação, foram encontrados apenas dois estudos que investigaram esta temática (TANIMOTO; ISHII, 2006; TANIMOTO *et al.*, 2008). Apesar disso, recomendações de duração da repetição associadas ao objetivo hipertrofia muscular são apresentadas por diferentes autores (ACSM, 2009; BIRD *et al.*, 2005; KRAEMER; RATAMESS, 2004). Alguns autores realizam recomendações qualitativas, sugerindo que a repetição seja realizada em uma velocidade lenta a moderada para iniciantes, moderada para indivíduos com estado de treinamento intermediário e de lenta a rápida para indivíduos avançados (ACSM, 2009; KRAEMER; RATAMESS, 2004). Outros autores apresentam recomendações quantitativas: BIRD *et al.* (2005) sugerem durações da repetição de 5s, enquanto WERNBOM *et al.* (2007) indicam durações da repetição de 2 a 6s. Contudo, nestes estudos não foram encontradas informações que justificassem a adoção destas durações da repetição.

Alguns autores apontam que durações da repetição de 4s e 6s são freqüentemente encontradas na prática do treinamento de força objetivando hipertrofia muscular (KEELER *et al.*, 2001; LACHANCE; HORTOBÁGYI, 1994; MORISSEY *et al.*, 1998; NEILS *et al.*, 2005). No entanto, não foi encontrado nenhum estudo que comparou o efeito dessas durações da repetição (4s e 6s) sobre adaptações morfológicas. Recentemente, algumas pesquisas têm sugerido que as

durações de 6-7s podem ser mais efetivas que as de 2-3s para se alcançar o objetivo da hipertrofia muscular (GOTO *et al.* 2008; TANIMOTO; ISHII, 2006). Tanimoto e Ishii (2006) demonstraram que, após 12 semanas de treinamento, um grupo de voluntários sedentários realizando um protocolo com duração da repetição 7s (3s para cada ação excêntrica e concêntrica e 1s em ação isométrica), três séries de oito repetições, intensidade de aproximadamente 50% de 1RM e pausas de 60s, alcançaram um aumento significativo na área da seção transversa da musculatura (mensurada por ressonância magnética). No entanto, os indivíduos que utilizaram o mesmo protocolo, mas com a duração da repetição de 3s (1s para cada ação concêntrica e excêntrica e 1s de pausa após esta última), não obtiveram aumento significativo da área de seção transversa muscular. Nesse mesmo estudo, os autores buscaram também caracterizar os protocolos de treinamento, mensurando o efeito agudo das durações da repetição de 3s e 7s nas respostas mecânicas e fisiológicas. Utilizando o exercício de extensão de joelhos, foram mensurados o torque de extensão do joelho, a atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral, a oxigenação periférica da musculatura (medida por um espectroscópio infravermelho de ondas contínuas, que quantifica a oxi-hemoglobina e oximioglobina por meio de alterações no espectro de luz) e a concentração sanguínea de lactato. 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, possivelmente ocasionando uma menor oscilação na tensão na musculatura a cada repetição. Esta perspectiva é reforçada pelo fato de ter sido observado um comportamento da atividade eletromiográfica com menor variação da amplitude do sinal durante a duração da repetição de 7s do que de 3s, indicando que para a duração da repetição maior haveria uma ativação da musculatura mais “contínua” (menor variação) durante cada repetição desempenhada. Partindo destes resultados, Tanimoto e Ishii (2006) propuseram que para durações da repetição de 7s haveria uma oclusão vascular constante durante a realização do protocolo de treinamento. Esta suposição justificaria o fato de ter sido observada uma maior redução na oxigenação periférica da musculatura e um maior aumento na concentração de lactato sanguíneo na duração da repetição de 7s do que na de 3s. Assim, a oclusão vascular que ocorreria na duração da repetição de 7s ocasionaria uma maior redução na disponibilidade de oxigênio na musculatura e também dificultaria a remoção do lactato sanguíneo, resultando numa maior concentração de

lactato no sangue. Estes dados reforçam a afirmação de Crewther *et al.* (2006) sobre a importância das alterações metabólicas agudas associadas aos diferentes protocolos de treinamento como suporte para um melhor entendimento das adaptações crônicas provocadas pela utilização destes protocolos.

Embora no estudo de Tanimoto e Ishii (2006) tenham sido demonstrados resultados importantes com relação ao efeito da duração da repetição no aumento da força e massa muscular, bem como características fisiológicas e mecânicas de protocolos de treinamento com durações de 3s e 7s, ainda não é claro se menores intervalos de tempo entre as durações, como entre protocolos de 4s e 6s, poderiam também resultar em diferenças nas respostas agudas. Além disso, apesar dos autores terem registrado a atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral, não foi realizada uma análise detalhada do sinal eletromiográfico, o que poderia permitir que mais informações importantes fossem extraídas dos protocolos de treinamento avaliados. Por esses motivos, investigar a influência aguda de diferentes durações da repetição nas respostas metabólica e neuromuscular em protocolos de treinamento de força é relevante para o planejamento e a prescrição do treinamento.

Diferentes tipos de processamento da amplitude do sinal eletromiográfico vêm sendo utilizados na interpretação do nível de ativação muscular durante o treinamento de força na musculação (AHTIAINEN; HÄKKINEN, 2009; GENTIL *et al.*, 2007; KEOGH *et al.*, 1999; LAGALLY *et al.*, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2009; VERA-GARCIA *et al.*, 2008). A amplitude do sinal eletromiográfico está relacionada com o recrutamento de unidades motoras, embora outros fatores, como por exemplo, a frequência de estimulação, podem também influenciar na característica do sinal (SALE, 1987). Portanto, o aumento da amplitude do sinal eletromiográfico indica a participação de novas unidades motoras na tarefa (DELUCA, 1997), inclusive de unidades motoras de maior limiar (CARPENTIER *et al.*, 2001). Assim, espera-se que protocolos de treinamento de força que aumentem consideravelmente a amplitude do sinal eletromiográfico promovam um maior recrutamento de unidades motoras e a realização repetida destes protocolos cause em longo prazo um aumento da área de seção transversa da musculatura treinada (TAKARADA *et al.*, 2000b; MEYER, 2006). Reforçando essa hipótese, o desencadeamento de alguns processos celulares considerados importantes para hipertrofia muscular, como a ativação da via Akt-mTOR e a proliferação-diferenciação de células satélites, tem sido associado ao estímulo gerado na própria fibra recrutada e, portanto, acredita-se que as

adaptações morfológicas ocorram basicamente naquelas fibras que foram utilizadas durante a sessão de treinamento (SPIERING *et al.*, 2008; WERNBOM *et al.*, 2008).

Alguns estudos têm analisado o efeito agudo da manipulação de diferentes variáveis do treinamento de força em respostas relacionadas à amplitude do sinal eletromiográfico (AHTIAINEN; HÄKKINEN, 2009; AUGUSTSSON *et al.*, 2003; GENTIL *et al.*, 2007, KEOGH *et al.*, 1999; VERA-GARCIA *et al.*, 2009). Com relação à manipulação da variável duração da repetição isoladamente, foi identificado apenas um estudo. Vera-Garcia *et al.* (2008) analisaram a influência da duração da repetição na amplitude média da atividade eletromiográfica dos músculos reto abdominal, oblíquos interno e externo durante a realização de um exercício de flexão de tronco (*curl-up*). Foram utilizadas quatro durações de repetição controladas por metrônomo (4s, 2s, 1,5s e 1s) e uma duração não controlada por metrônomo, na qual o voluntário deveria realizar o movimento com a maior velocidade possível. Os autores verificaram que ao serem desempenhadas durações da repetição menores, os valores da amplitude média eletromiográfica eram superiores aos encontrados durante a realização da mesma tarefa com durações da repetição maiores. De acordo com Vera-Garcia *et al.* (2008), para que os voluntários desempenhassem movimentos mais velozes, eles deveriam aumentar a ativação muscular a fim de produzir maiores níveis de força, justificando assim os maiores valores da atividade eletromiográfica quando menores durações da repetição eram realizadas. Embora os trabalhos de Goto *et al.* (2008) e Tanimoto e Ishii (2006) tenham também registrado a atividade eletromiográfica ao compararem durações da repetição de 2-3s e 6-7s, como já mencionado, esses autores utilizaram os dados apenas para caracterização geral dos protocolos estudados, não analisando nenhuma variável relacionada à amplitude do sinal eletromiográfico.

Portanto, percebe-se que há informações limitadas a respeito do comportamento eletromiográfico quando diferentes durações da repetição são realizadas no treinamento de força. Além disso, não foram encontrados estudos que compararam a atividade eletromiográfica com durações da repetição de 4s e 6s, especialmente durante a realização de protocolos de séries múltiplas, freqüentemente presentes em recomendações para treinamento de força com ênfase em adaptações morfológicas (ACSM, 2009; BIRD *et al.*, 2005; KRAEMER; RATAMESS, 2004). Finalmente, não foram encontradas informações sobre o efeito da duração da repetição na atividade eletromiográfica de ações musculares

concêntricas e excêntricas separadamente, uma vez que tais ações musculares apresentam características neurais diferentes (ENOKA, 1996; ENOKA; FUGLEVAND, 2001).

Uma das formas de análise da resposta metabólica proveniente do treinamento de força na musculação tem sido por meio da concentração de lactato sangüíneo (DENTON; CRONIN, 2006; MAZZETTI *et al.*, 2007; SCOTT, 2006). Alguns autores têm também associado protocolos de treinamento de força que resultam em elevadas concentrações de lactato sangüíneo a uma resposta hormonal favorável a hipertrofia muscular (GOTO *et al.*, 2005; GOTO *et al.*, 2008; TANIMOTO *et al.*, 2005; TANIMOTO; ISHII, 2006). Kraemer *et al.* (1993) verificaram correlações significativas entre concentração de lactato sangüíneo e hormônio do crescimento para protocolos de treinamento de força, sendo que para esses autores, fatores relacionados com o metabolismo anaeróbico estão envolvidos no controle regulatório do hormônio do crescimento, embora nesse mesmo estudo não tenham sido apresentados os mecanismos que justificassem tal interação. Outros estudos reforçam a idéia de que a concentração de lactato sangüíneo é um potencial estimulador da secreção do GH induzida pelo exercício (DURAND *et al.*, 2003; TAKARADA *et al.*, 2000a). Este subproduto metabólico poderia estimular quimiorreceptores do grupo de fibras nervosas do tipo III e IV (VIRU *et al.*, 1998), que conduziriam sinais aferentes ao sistema hipotalâmico-pituitário (GOSSELINK *et al.*, 1998) mediando a liberação de GH. Corroborando esta perspectiva, Wernbom (2008), em uma revisão da literatura, relata que o acúmulo de metabólitos e íons (por ex.: H^+) no músculo exercitado conduzem ambos para um aumento da secreção de GH por meio do *feedback* de quimiorreceptores no músculo. Adicionalmente, outros estudos verificaram que após 12 semanas de treinamento, houve aumento da área de seção transversa da musculatura apenas nos indivíduos que se exercitaram com protocolos que provocavam maiores respostas na concentração de lactato sangüíneo (GOTO *et al.* 2005; TANIMOTO; ISHII, 2006). Desta forma, a resposta da concentração de lactato sangüíneo relacionada com uma determinada prescrição do estímulo de treinamento na musculação pode fornecer informações importantes para uma perspectiva de possíveis adaptações que serão alcançadas com o mesmo (CREWETHER *et al.*, 2006).

A duração da repetição influencia a concentração de lactato sangüíneo (DINIZ, 2008; MAZZETTI *et al.*, 2007; TANIMOTO; ISHII, 2006). Mazzetti *et al.*

(2007) compararam um protocolo com duração da repetição 4s (2s para cada ação excêntrica e concêntrica) com outro protocolo com duração da repetição de aproximadamente 3s (2s na ação excêntrica e velocidade máxima na ação concêntrica), verificando que maiores durações da repetição proporcionavam valores aumentados da concentração de lactato sanguíneo. Tanimoto e Ishii (2006), comparando protocolos com durações de 7s e 3s, também encontraram maiores concentrações de lactato sanguíneo ao serem mantidas maiores durações da repetição durante o treinamento. Embora ações musculares concêntricas proporcionem maior exigência metabólica quando comparada às ações excêntricas (GOTO *et al.*, 2009; HOLLANDER *et al.*, 2003), Diniz (2008) demonstrou que um aumento no tempo da ação muscular excêntrica é capaz de modificar a concentração de lactato. Esse autor comparou a concentração de lactato após cada uma das três séries de treinamento em protocolos com durações da repetição de 4s (2s para cada ação excêntrica e concêntrica) e 6s (4s na ação excêntrica e 2s na ação concêntrica) no exercício supino guiado, encontrando maiores valores de concentração de lactato sanguíneo no protocolo de 6s após a 3ª série.

Como já abordado anteriormente, o estímulo de treinamento é caracterizado pela manipulação de diferentes variáveis, tais como a duração da repetição, pausa, número de séries e repetições (ACSM, 2009; CHAGAS; LIMA, 2008; KRAEMER; RATAMESS, 2004). Recentemente, tem sido proposto que variáveis mecânicas (força, trabalho, impulso, potência) sejam também utilizadas na descrição e controle dos protocolos de treinamento (CREWETHER *et al.*, 2005; MCBRIDE *et al.*, 2009). Considerando, por exemplo, que o peso utilizado em um protocolo de treinamento de força na musculação pode ser levantado com diferentes velocidades e percorrer distâncias variadas, algumas variáveis mecânicas que levem em consideração esses fatores podem possibilitar uma melhor compreensão do protocolo de treinamento de força. Neste sentido, pesquisas já foram conduzidas com o intuito de descrever protocolos de treinamento a partir das suas características cinéticas e cinemáticas (CRONIN; CREWETHER, 2004; DENTON; CRONIN, 2006; CREWETHER *et al.*, 2008; HATFIELD *et al.*, 2006; LAWTON *et al.*, 2006; MCBRIDE *et al.*, 2009). Lawton *et al.* (2006), por exemplo, verificaram que os indivíduos alcançaram maiores valores de potência no exercício supino guiado quando eram incluídas pausas dentro da série de um protocolo de treinamento, indicando que esse tipo de estratégia poderia ser útil em treinamentos cujo objetivo

principal é o próprio aumento da potência relativa ao estímulo. Em outro estudo, Crewther *et al.* (2008) demonstraram que a força total aplicada em protocolos de menor intensidade (45% de 1RM) destinados ao treinamento da potência foram similares à força total aplicada em protocolos realizados em maiores intensidades (88% de 1RM) com o objetivo de aumento da força máxima. Ainda nesta perspectiva, Sorensen *et al.* (2008) verificaram que o pico de torque de extensão de joelhos foi semelhante ao se comparar de um protocolo de treinamento de saltos em profundidade (*drop jumps*) com um protocolo de treinamento de força a uma intensidade próxima a 6RM realizado no exercício *leg press*. De acordo com Crewther *et al.* (2008) e Sorensen *et al.* (2008), essa similaridade de alguns parâmetros relacionados à aplicação da força entre protocolos de treinamento com características tão distintas poderia justificar resultados de adaptações crônicas aparentemente inesperados já observados na literatura. Lamas *et al.* (2007), por exemplo, não encontraram diferença no desempenho de 1RM após submeterem dois grupos de voluntários a dois protocolos com intensidades distintas (60-95%1RM x 30-60% 1RM) durante 8 semanas de treinamento. Ainda, Vissing *et al.* (2008) também não verificaram diferença no desempenho de 1RM no *leg press* entre um grupo que realizou treinamento de força na musculação e outro que realizou apenas um protocolo de treinamento de saltos. Portanto, percebe-se que a caracterização mecânica do treinamento pode trazer informações importantes na compreensão do próprio estímulo de treinamento de força (CREWETHER *et al.*, 2005).

Levando em consideração as possíveis vantagens da descrição do protocolo de treinamento por meio de variáveis mecânicas, faz-se necessário também buscar associações entre respostas fisiológicas e respostas cinéticas e cinemáticas. Uma vez que informações metabólicas e neuromusculares são relevantes para a caracterização do treinamento de força na musculação (CREWETHER *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2009), um maior detalhamento do estímulo de treinamento seria possível por meio da análise da relação entre tais respostas fisiológicas e mecânicas impostas durante protocolos de treinamento.

2 - OBJETIVOS

- Comparar a amplitude do sinal eletromiográfico (integral do sinal eletromiográfico) das ações musculares excêntricas e concêntricas em cada série entre os protocolos de treinamento com durações da repetição de 4s e 6s no exercício supino guiado.
- Comparar a concentração de lactato sanguíneo em cada série entre os protocolos de treinamento com durações da repetição de 4s e 6s no exercício supino guiado.
- Investigar a relação entre respostas fisiológicas (integral do sinal eletromiográfico e concentração de lactato sanguíneo) e respostas mecânicas (trabalho, potência e impulso) geradas pelos protocolos de treinamento com durações da repetição de 4s e 6s no exercício supino guiado.

3 - HIPÓTESES

- H1 – A integral do sinal eletromiográfico será significativamente maior durante a execução do protocolo de treinamento com duração da repetição 6s comparado com o protocolo com duração da repetição 4s, independentemente do tipo de ação muscular.
- H2 – A concentração de lactato sanguíneo será significativamente maior durante e após a execução do protocolo de treinamento com duração da repetição de 6s comparado com o protocolo com duração da repetição 4s.
- H3 – Serão verificados coeficientes de correlação significativos entre as respostas fisiológicas (integral do sinal eletromiográfico e concentração de lactato sanguíneo) e respostas mecânicas (trabalho, potência e impulso) geradas pelos protocolos de treinamento com durações da repetição de 4s e 6s no exercício supino guiado.

4 – MATERIAIS E MÉTODOS

4.1- Delineamento experimental

No presente estudo foi utilizado um delineamento de medidas repetidas. Cada voluntário compareceu ao Laboratório do Treinamento na Musculação (LAMUSC) durante duas semanas, em quatro dias diferentes (sessões de 1 à 4), separados por período mínimo de 48 horas. Nas sessões 1 e 2 (1ª semana) foram realizados testes de contração isométrica voluntária máxima (CIVM), testes de uma repetição máxima (1RM) para o exercício supino guiado e familiarização ao uso do metrônomo para controle da duração da repetição. Nas sessões 3 e 4 (2ª semana) foram executados os protocolos de treinamento no supino guiado, nos quais foram registradas as variáveis mecânicas, a atividade eletromiográfica e coletadas as amostras de sangue para análise da concentração do lactato. Em todas as quatro sessões, foi mantido o mesmo horário de coleta de dados para cada voluntário com o objetivo de reduzir as influências do ritmo circadiano no desempenho de força (DRUST *et al.*, 2005). A FIG. 1 apresenta de forma geral o delineamento experimental do estudo.

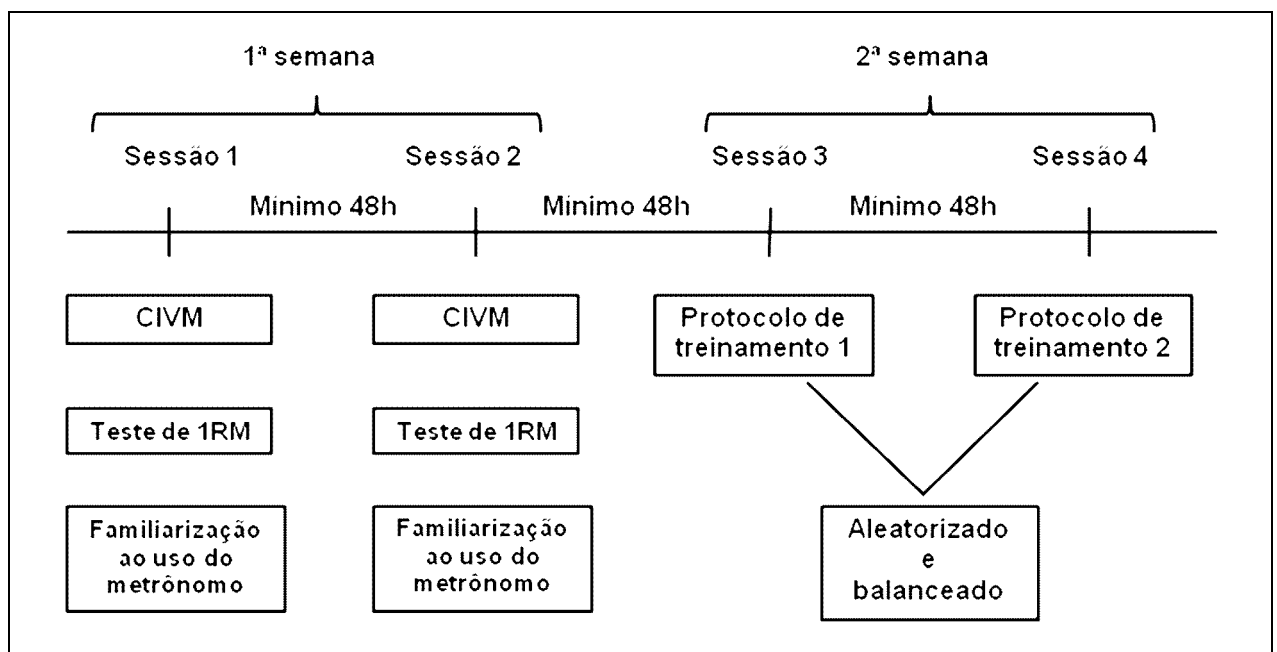


FIGURA 1: Delineamento experimental do estudo. CIVM: teste de contração isométrica voluntária máxima. 1RM: teste de uma repetição máxima.

Durante o período de coleta, os voluntários continuaram realizando sua rotina de treinamento na musculação. Contudo, o programa de treinamento foi adaptado com a supervisão dos pesquisadores responsáveis pelo presente estudo, de forma que os voluntários não realizassem exercícios com as musculaturas peitoral maior, deltóide anterior e tríceps braquial 24 horas antes de qualquer sessão de coleta. Foi também pedido que os voluntários se alimentassem normalmente e mantivessem dietas semelhantes no dia anterior de cada sessão de coleta.

4.2 - Amostra

Participaram da pesquisa 20 voluntários do sexo masculino, sendo realizado um cálculo amostral prévio a partir dos dados eletromiográficos do estudo de Lagally *et al.* (2004), seguindo orientações de Portney e Watkins (2008). 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, sendo o primeiro contato feito por meio de cartazes ou contato pessoal. Todos voluntários tinham experiência superior a dois anos de treinamento na musculação e antes de iniciar o estudo treinavam continuamente há pelo menos seis meses. Os voluntários não possuíam histórico de lesões músculo-tendíneas nas articulações do ombro, cotovelo e punho.

Inicialmente os voluntários receberam todas as informações quanto aos objetivos e aos procedimentos metodológicos. Eles deram seu consentimento por escrito para participação neste estudo e estavam cientes de que a qualquer momento poderiam deixar de participar da pesquisa (APÊNDICE 1). Toda a coleta de dados foi realizada no LAMUSC da EEFFTO da UFMG. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (parecer ETIC 02/09; ANEXO 1).

4.3 - Equipamentos

Todas as sessões de coleta foram realizadas em um equipamento de musculação constituído de uma barra guiada e um banco de posicionamento ajustável (FIG. 2A). Para o ajuste da resistência externa a ser vencida pelos voluntários, foram utilizadas diversas anilhas de massas conhecidas (FIG. 2B), sendo a massa de todas mensurada numa balança digital com precisão 0,01kg. Estas anilhas, juntamente com a barra (massa de 20kg), representam uma carga mecânica que se opõe ao movimento dos segmentos corporais, sendo “peso” o termo genérico utilizado para definir as resistências mecânicas no treinamento na musculação.



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

Foi fixado à barra guiada um sensor fotoelétrico com precisão de 2mm (SICK-OPTEx, Japão) para mensuração do deslocamento vertical

percorrido pela barra. Utilizou-se também um eletrogoniômetro (BIOVISION, Alemanha), fixado no cotovelo dos voluntários, que possibilitou o registro da amplitude de movimento articular. A atividade dos músculos peitoral maior e tríceps braquial foi registrada por meio de um equipamento de eletromiografia de superfície (BIOVISION, Alemanha), sendo os eletrodos configurados com um ganho de 500 vezes. A FIG. 3 mostra o posicionamento de cada um destes sensores na barra guiada e no voluntário.



FIGURA 3: Equipamentos para aquisição de dados. A) Sensor fotoelétrico. B) Eletrogoniômetro. C) Eletrodos de superfície.
Fonte: Arquivos de fotos do LAMUSC.

As informações do sensor fotoelétrico, do eletrogoniômetro e do eletromiógrafo foram sincronizadas e convertidas em sinais analógicos para digitais por uma placa A/D (BIOVISION, Alemanha) com faixa de entrada de -5 à +5 Volts e direcionadas a um computador *laptop* (HEWLETT-PACKARD,

EUA) alimentado por bateria. Para a aquisição e tratamento dos sinais, foi utilizado um programa específico (DASYLAB 10.0, Irlanda), calibrado com frequência de amostragem de 2.000 Hz.

As amostras de sangue foram analisadas por meio de um analisador de lactato da marca YELLOW SPRINGS (USA), modelo Sport 1500.

4.4 – Procedimentos

4.4.1 - Sessões 1 e 2 – Testes de CIVM, 1RM e familiarização com o metrônomo

Na sessão 1, foram esclarecidos todos os procedimentos aos voluntários e então solicitado que os mesmos assinassem o termo de consentimento livre e esclarecido. Em seguida, os voluntários responderam a uma anamnese constituída por questões referentes ao treinamento (frequência semanal, tempo total e particularidades da configuração do treinamento atual, especialmente as relacionadas ao exercício supino).

Posteriormente, foi realizada a mensuração da massa corporal e da estatura do voluntário, utilizando para isto uma balança com um estadiômetro acoplado. A balança tinha uma precisão de 0,1kg e o estadiômetro de 0,05m. Também foi realizada a estimativa do percentual de gordura corporal dos voluntários por meio de um protocolo de sete dobras cutâneas (tríceps, sub-axilar, peitoral, subescapular, abdominal, supra-ílica e coxa) mensuradas com um plicômetro (precisão de 1mm) e posteriormente calculada pela equação de Jackson e Pollock (1978).

Após a mensuração das dobras cutâneas, na sessão 1, e como primeiro procedimento do dia, na sessão 2, foi realizado o posicionamento do eletrogoniômetro e dos eletrodos no voluntário.

O eletrogoniômetro foi fixado no cotovelo direito do voluntário, utilizando fitas adesivas dupla face e faixas elásticas, observando as seguintes orientações:

- a) Braço distal do eletrogoniômetro: direcionado a um ponto na metade da distância entre os processos estilóides da ulna e do rádio.
- b) Eixo de rotação do eletrogoniômetro: posicionado na projeção do epicôndilo lateral do úmero.
- c) Braço proximal do eletrogoniômetro: direcionado ao eixo de rotação da cabeça do úmero.

Para garantir a reprodutibilidade das medidas do eletrogoniômetro, foram feitas marcações com caneta semipermanente no membro superior direito do voluntário, de forma que o equipamento pudesse ser novamente posicionado no local mais próximo possível em todas as quatro sessões. Tais procedimentos foram realizados sempre pelo mesmo pesquisador.

Eletrodos de superfície do tipo Ag/AgCl (3M-2223, Brasil) com área de captação de 1cm foram posicionados paralelamente às fibras musculares do peitoral maior (porção esternal) e do tríceps braquial (porção da cabeça longa), ambos no lado direito do voluntário (FIG. 4). Previamente à colocação dos eletrodos, a área da pele foi tricotomizada, limpada com álcool e algodão, friccionando fortemente o algodão no local a fim de se garantir a limpeza e uma redução da impedância da pele. Os eletrodos foram posicionados aos pares com uma distância centro a centro de 2cm. No músculo peitoral maior, os eletrodos foram posicionados horizontalmente sobre porção esternal, onde foi identificado o ponto de maior ventre muscular enquanto o voluntário mantivesse o braço próximo ao tronco, como já realizado em outros estudos (KEOGH *et al.*, 1999; LAGALLY *et al.*, 2004) Para o músculo tríceps braquial, foram seguidas as orientações de posicionamento recomendadas pela organização europeia SENIAM² (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*). Primeiramente determinou-se um ponto que correspondesse à metade da distância entre a crista posterior do acrômio e o olecrano. Logo em seguida, os eletrodos foram posicionados na porção longa do tríceps braquial, em torno de 3cm medialmente ao ponto previamente determinado. Quando necessário, pequenos ajustes foram realizados para que os eletrodos

² <http://www.seniam.org/>

permanecessem posicionados sobre a área do maior ventre muscular. O eletrodo terra foi fixado no olécrano. Assim como realizado para o goniômetro, foram feitas marcações com caneta permanente ao redor dos eletrodos, de forma que eles pudessem ser recolocados no mesmo local em todos os quatro dias de coleta. As marcações e o posicionamento dos eletrodos foram também realizados sempre pelo mesmo pesquisador.

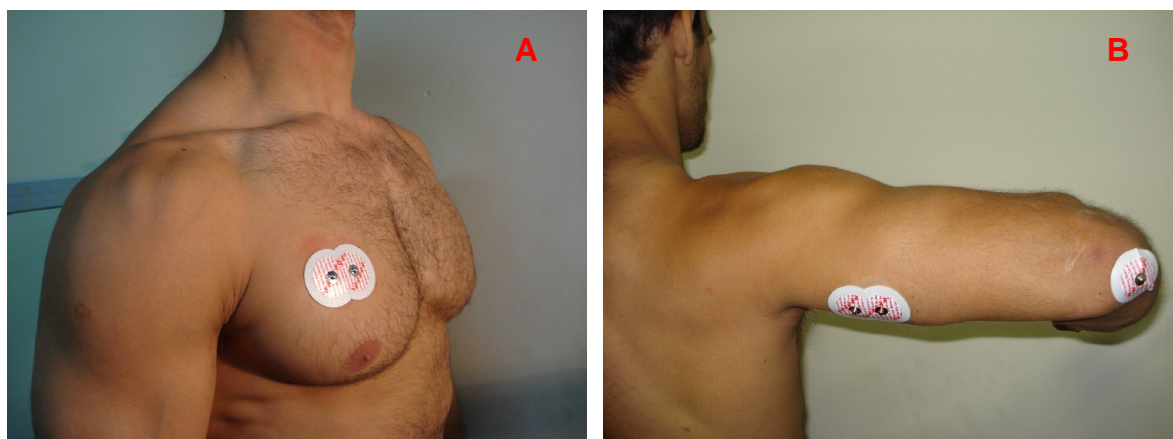


FIGURA 4: Posicionamento dos eletrodos de superfície. A) Eletrodos fixados no peitoral maior (porção esternal). B) Eletrodos fixados no tríceps braquial (cabeça longa) e no olécrano (terra).
Fonte: Arquivo de fotos do LAMUSC.

4.4.1.1 - Padronização da posição para realização do exercício

A padronização da posição do voluntário para a realização do exercício supino guiado foi realizada na primeira visita do voluntário ao laboratório. Em todas as sessões de coleta, a amplitude de movimento da barra e as posições da mão na barra, do corpo no banco e do banco em relação ao restante da estrutura fixa do equipamento foram controladas para garantir a padronização individual. Essa padronização foi efetuada após o voluntário ter se posicionado no aparelho da maneira mais próxima a da sua rotina de treinamento com o exercício supino e ter executado algumas repetições sem peso adicional na barra. A amplitude de movimento foi determinada pelos limites superior e inferior da trajetória da barra. O limite superior foi indicado pela extensão completa dos cotovelos sem a realização

da abdução da escápula, podendo ser visualizado pelo voluntário por meio de uma régua metálica ajustável, posicionada acima da barra. O limite inferior foi indicado por um pequeno anteparo de borracha (12 x 6 x 1cm) posicionado no peito, acima do osso esterno. A posição das mãos era visualizada a partir de fitas adesivas fixadas na barra. A posição do corpo do voluntário no banco era também feita por meio de fitas adesivas, sendo determinada a partir da cabeça do voluntário em relação ao próprio banco.

4.4.1.2 – Teste de CIVM

O primeiro teste realizado nas sessões 1 e 2 foi a CIVM. Foram realizadas três tentativas com duração de cinco segundos, respeitando uma pausa de dois minutos entre as mesmas. Em cada tentativa o voluntário deveria assumir o posicionamento para a realização do exercício supino guiado, mantendo o tronco e as mãos de acordo com as marcações previamente estabelecidas. O cotovelo permaneceu flexionado à aproximadamente 90°, sendo este ângulo determinado pelo eletrogoniômetro. Após dado o sinal verbal, o voluntário imprimiu o máximo de força contra a barra guiada, que por sua vez foi fixada para que não houvesse a possibilidade de ser movimentada.

O objetivo do CIVM foi obter a maior ativação voluntária dos músculos testados na posição adotada para que posteriormente fosse realizada a normalização dos dados referentes às sessões 3 e 4. Adicionalmente, a confiabilidade das medidas eletromiográficas foi analisada utilizando os dados da CIVM, de acordo com a descrição no item 4.5.2.

4.4.1.3 - Teste de 1RM

O segundo teste realizado nas sessões 1 e 2 foi o teste de 1RM. Este procedimento aconteceu dez minutos após o teste de CIVM, tanto na sessão 1 quanto na sessão 2. O propósito de realizar o teste de 1RM na sessão 1 foi

familiarizar os voluntários com o protocolo adotado. Considerando que três voluntários obtiveram maior desempenho na sessão de familiarização, e que a diferença entre o desempenho do primeiro para o segundo dia de teste foi pequena (1,3% a 2,5%), adotou-se como 1RM o valor da sessão 1 para esses indivíduos. As orientações para realização do teste de 1RM foram iguais às adotadas por Diniz (2008):

- Número máximo de seis tentativas, sendo que nas sessões 1 e 2 foram gastos em média $4,3 \pm 0,92$ e $3,8 \pm 0,81$ tentativas para se determinar o 1RM, respectivamente.
- Duração da pausa de cinco minutos.
- Progressão gradual do peso mediante percepção dos voluntários e dos avaliadores. Cabe ressaltar que todos os voluntários tentaram realizar pelo menos uma repetição com um peso 2kg (valor do menor aumento realizado) maior que o valor do 1RM. Este procedimento vem sendo adotado no nosso laboratório como uma forma de certificar que o voluntário realmente alcançou o peso máximo que ele poderia deslocar.

Cada tentativa no teste de 1RM foi constituída da seguinte seqüência: dois avaliadores levantaram a barra para o voluntário até que o mesmo pudesse estender os cotovelos. Ao sinal do voluntário, os avaliadores soltavam a barra. O voluntário realizava uma ação muscular excêntrica, descendo com a barra até o anteparo posicionado sobre o esterno, seguida de uma ação muscular concêntrica, até estender novamente os cotovelos. Os avaliadores, então, seguravam novamente a barra. O peso na barra era progressivamente aumentado até que o voluntário não conseguisse finalizar uma ação concêntrica. Desta forma, o valor de 1RM correspondeu ao peso levantado na tentativa anterior.

4.4.1.4 - Familiarização com o controle da duração

Após o teste de 1RM, novamente foi dada uma pausa de 10 minutos aos voluntários. Em seguida, os voluntários realizaram seis repetições com a barra sem peso adicional e com duração da repetição de 4s ou 6s, sendo a escolha dessas

durações determinada de forma aleatória e balanceada entre os voluntários no decorrer das sessões 1 e 2. Imediatamente após este procedimento, os voluntários realizaram um dos protocolos de treinamento no exercício supino guiado, constituída de três séries de seis repetições com 60% do valor do 1RM obtido no dia e com três minutos de pausa entre as séries. Para a realização deste protocolo de treinamento, os voluntários utilizaram a mesma duração da repetição (4s ou 6s) definida previamente e orientada por um metrônomo. Este procedimento foi adotado para que os voluntários conseguissem controlar adequadamente a duração da repetição nas sessões 3 e 4.

4.4.2 - Sessões 3 e 4 – Protocolos de treinamento

Nas sessões de coleta 3 e 4 foram realizados os protocolos de treinamento no exercício supino guiado. Todas as padronizações relativas ao posicionamento do voluntário, amplitude de deslocamento da barra, bem como posicionamento do eletrogoniômetro e eletrodos feitas nas sessões de coleta 1 e 2 foram mantidas nas sessões 3 e 4. Em cada uma das sessões, previamente a realização do protocolo de treinamento, os voluntários desempenharam novamente seis repetições com a barra sem peso adicional para se familiarizarem com as durações de repetições que seriam utilizadas logo em seguida no próprio protocolo.

Os protocolos de treinamento utilizados em cada sessão estão apresentados no QUADRO 1. Como já mencionado, a ordem de realização dos protocolos de treinamento foi determinada de forma balanceada, sendo a alocação realizada de forma aleatória para cada voluntário.

QUADRO 1
Protocolos de treinamento utilizados no estudo.

Protocolo	Séries	Repetições	Intensidade (% 1RM)	Duração da repetição (s)	Pausa (min.)
1	3	6	60	4	3
2	3	6	60	6	3

Os protocolos de treinamento executados foram baseados em estudo realizado por Diniz (2008) em nosso laboratório, que utilizou uma amostra com características semelhantes à do presente estudo. Diniz (2008) verificou que uma sessão de treinamento no supino guiado com três séries, intensidade de 60% de 1RM, pausa entre séries de três minutos e duração da repetição de 6s poderia ser executada por todos os voluntários. Sendo assim, todos os indivíduos do presente estudo, os quais apresentavam características similares aos voluntários do estudo de Diniz (2008), foram submetidos a dois protocolos de treinamento, de forma que apenas a duração da repetição era diferente entre os mesmos. Por esse delineamento experimental, foi possível isolar o efeito da variável duração da repetição, sem que os demais componentes do protocolo de treinamento interferissem nas variáveis dependentes do estudo.

A intensidade de 60% de 1RM, três séries, seis repetições e pausas de três minutos caracterizam um estímulo de treinamento que se encontra dentro de valores de referência já sugeridos pela literatura quando o intuito do treinamento de força é enfatizar adaptações morfológicas (BIRD *et al.*, 2005; FRY, 2004; GÜLLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1999; KRAEMER; RATAMESS, 2004; WERNBOM *et al.*, 2007).

Com relação à escolha das durações, adotou-se valores utilizados nos estudos de LaChance e Hortobágyi (1994) e Diniz (2008), de acordo com a descrição abaixo:

- 6s = 2s na ação muscular concêntrica e 4s na excêntrica
- 4s = 2s na ação muscular concêntrica e 2s na excêntrica

Durações da repetição entre quatro a seis segundos são também recomendadas para o treinamento de força para hipertrofia muscular (BIRD *et al.*, 2005; WERNBOM *et al.*, 2007), embora existam poucas informações sobre as respostas proporcionadas por estas faixas de duração.

Durante o treinamento, foi utilizado um metrônomo para ajudar os voluntários a manterem as durações das repetições. O metrônomo foi ajustado para fornecer um sinal (“bipe”) a cada segundo. A série seria interrompida caso o voluntário, durante duas repetições seguidas a) não conseguisse manter a duração estabelecida para cada ação muscular, b) realizasse uma amplitude incompleta, não

estendendo os cotovelos e/ou não encostando a barra no anteparo de borracha apoiado no peito, c) retirasse seu corpo do banco durante a execução (desencostar a coluna lombar ou os glúteos). Quando necessário um dos pesquisadores orientava o voluntário a corrigir a cadência do exercício. Em nenhuma situação deste estudo foi necessário a interrupção da série, uma vez que os voluntários foram capazes de manter os critérios de execução acima descritos.

4.5 - Variáveis mensuradas

4.5.1 – Duração da repetição

A duração da repetição em cada protocolo de treinamento foi mensurada a partir do eletrogoniômetro, sendo este equipamento previamente calibrado a partir de um goniômetro manual. Após ter sido armazenado, o dado bruto foi convertido em deslocamento angular e filtrado por meio de um filtro de 4ª ordem do tipo *Butterworth*, passa-baixa com frequência de corte de 10Hz. O tempo gasto entre o maior e menor valor de deslocamento angular foi considerado como duração das ações musculares. Assim, permitiu-se quantificar o tempo despendido durante a realização dos movimentos de flexão (período compreendido entre o menor e o maior valor de deslocamento angular) e extensão do cotovelo (período compreendido entre o maior e o menor valor de deslocamento angular), que correspondeu às durações das ações musculares excêntrica e concêntrica, respectivamente.

Devido à dificuldade de se estabelecer o ponto exato do início do movimento da primeira repetição de cada série, foi considerado como início do movimento o momento em que a velocidade angular (derivada do deslocamento angular) atingiu 1,5°/s.

4.5.2 - Variáveis eletromiográficas

Depois de armazenados, todos os dados eletromiográficos foram filtrados com filtro passa-faixa (20-500 Hz) de 2ª ordem do tipo *Butterworth* e retificados para o cálculo da amplitude do sinal por meio da integral eletromiográfica (iEMG). Para cada uma das CIVMs, foi calculada a iEMG em janela única de 1s, sendo esta determinada por 0,5s antes e após o pico de ativação encontrado durante a ação isométrica de 5s. Para realização dos cálculos da confiabilidade entre a sessão 1 e 2, adotou-se a iEMG máxima de cada sessão. Para fins de normalização dos dados eletromiográficos provenientes das sessões 3 e 4, utilizou-se o maior valor da iEMG obtido nas CIVMs das sessões 1 e 2.

Para a análise eletromiográfica durante a execução dos protocolos de treinamento, o eletrogoniômetro também foi utilizado para determinação do tempo da ativação muscular correspondente às ações musculares excêntricas e concêntricas de cada repetição, de forma semelhante ao procedimento realizado por Pincivero *et al.* (2006). Inicialmente, a iEMG de cada ação muscular foi dividida pela sua própria duração, gerando um valor de iEMG com base temporal de 1s. A partir de então, a iEMG de cada ação muscular com base temporal 1s foi dividida pelo maior valor da iEMG obtido no teste de CIVM. Sendo assim, foram gerados valores percentuais da iEMG de ações musculares excêntricas e concêntricas normalizados pela CIVM máxima. Para o cálculo da iEMG da repetição, aplicou-se o mesmo procedimento, levando em consideração os valores somados das fases excêntricas e concêntricas.

4.5.3 - Variáveis mecânicas

Os dados brutos provenientes do sensor fotoelétrico foram convertidos em deslocamento linear e então filtrados por meio de um filtro de 4ª ordem do tipo *Butterworth*, passa-baixa com frequência de corte de 10 Hz. Os dados de velocidade da barra foram calculados a partir da derivada do deslocamento, enquanto os dados de aceleração foram obtidos por meio da derivada da velocidade, após esta última variável ter sido também filtrada (filtro de 4ª ordem do tipo *Butterworth*, passa-baixa

com frequência de corte de 4 Hz). A partir de então, as demais variáveis mecânicas foram calculadas pelas seguintes fórmulas: força = (massa da barra + massa das anilhas) x (aceleração da gravidade + aceleração da barra); potência = força x velocidade; trabalho = potência x tempo; impulso = área sob a curva de força-tempo. A característica dos filtros e as frequências de corte utilizadas no presente estudo foram semelhantes às de Frost *et al.* (2008).

Considerando que o sensor fotoelétrico utilizado neste estudo é capaz de registrar apenas a distância total percorrida por um objeto, esse equipamento não possibilitava a separação das fases ascendente e descendente da barra guiada durante a realização do exercício. Assim, o sinal do eletrogoniômetro foi utilizado para que fosse possível obter o deslocamento linear nas duas direções. Desta forma, sempre que o eletrogoniômetro registrava o deslocamento angular durante a flexão do cotovelo, o deslocamento da barra era negativo (fase descendente) e quando o eletrogoniômetro registrava o deslocamento angular durante a extensão do cotovelo, o deslocamento da barra era positivo (fase ascendente). Assim como em outras análises do estudo, o uso do sinal do eletrogoniômetro com função de marcação (*trigger*) do início e fim de cada fase do movimento da barra foi possibilitado pelo tratamento dos dados no programa DASYLAB 10.0.

4.5.4 - Concentração de lactato sanguíneo

Nas sessões 3 e 4, realizou-se a coleta do sangue para mensuração da concentração de lactato sanguíneo com o indivíduo em repouso e um minuto após cada uma das três séries de seis repetições. Foi considerada repouso a mensuração realizada após o voluntário estar sentado no laboratório por um período mínimo de dez minutos. Além disto, foi pedido aos voluntários que não realizassem qualquer atividade física antes das sessões de coleta.

Nos períodos determinados, foi feito um furo no lóbulo esquerdo da orelha do voluntário, utilizando lancetador e lancetas esterilizadas e descartáveis. Antes de ser puncionado, o lóbulo da orelha foi limpo com sabão neutro e água e em seguida foi realizada assepsia no local com álcool 70%. Utilizando tubos capilares heparinizados, coletou-se 30µl de sangue, sendo este colocado em um tubo

contendo 60µl de fluoreto de sódio a 1% e, em seguida, armazenado em um refrigerador cuja temperatura permaneceu a -20°C. Posteriormente as amostras foram descongeladas e analisadas em duplicatas no lactímetro YELLOW SPRINGS SPORT 1500. Em todo o procedimento de retirada do sangue, os responsáveis pela sua análise utilizaram luvas cirúrgicas descartáveis e vestimentas adequadas. Os detritos resultantes dessa coleta foram descartados em lixeiras específicas para lixo hospitalar.

4.6 - Análise estatística

Inicialmente verificou-se a normalidade da distribuição e homogeneidade das variâncias por meio dos testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Foram realizados cálculos da confiabilidade intra e inter-sessão das medidas eletromiográficas obtidas nas CIVMs por meio do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI), modelo 3.1, juntamente com o Erro Padrão da Medida (EPM). Para se calcular o CCI referente ao músculo peitoral maior foi necessário o uso da transformação radical ($X' = \sqrt{X}$), uma vez que parte dos dados não apresentou distribuição normal (PORTNEY; WATKINS, 2008).

Apesar de não ser o objetivo do estudo, optou-se por analisar a resposta da duração da repetição em cada uma das situações experimentais, a fim de verificar se o controle exercido pelo metrônomo foi suficiente para manter os valores de duração esperados. Dessa forma, para verificar a resposta da duração das ações musculares excêntrica e concêntrica em cada protocolo nas sessões de treinamento 2 e 4, foi utilizada a ANOVA *two-way* com medidas repetidas (fator 1 – protocolo; fator 2 - ação muscular), seguido pelo *post hoc* Tukey. Neste mesmo sentido, foram também comparadas as respostas mecânicas (trabalho, potência e impulso) a fim de se verificar o comportamento dessas variáveis no decorrer de cada sessão de treinamento. Assim, uma ANOVA *two-way* (fator 1 – protocolo; fator 2 – séries) e *post hoc* Tukey foram utilizados para cada uma das variáveis mecânicas citadas.

Para os dados eletromiográficos obtidos nas sessões de treinamento, estes foram analisados separadamente para cada um dos músculos estudados. Assim, foram comparadas as médias da iEMG de seis repetições obtidas em cada

série, separadas em ações excêntricas e concêntricas. Para isso, foi utilizada a ANOVA *three-way* com medidas repetidas (fator 1 – protocolo; fator 2 – série; fator 3 – ação muscular) e *post hoc* Tukey. Para o músculo tríceps braquial foi necessário o uso da transformação logarítmica ($X' = \log X + 1$), uma vez que os dados não apresentaram homogeneidade das variâncias (PORTNEY; WATKINS, 2008).

As médias da concentração de lactato foram comparadas por uma ANOVA *two-way* com medidas repetidas (fator 1 – protocolo; fator 2 séries), seguido de *post hoc* Tukey. Assim como feito na análise eletromiográfica do músculo tríceps braquial, foi necessário o uso da transformação logarítmica ($X' = \log X + 1$), já que os dados brutos não apresentaram homogeneidade das variâncias e em uma das situações experimentais não foi verificada distribuição normal (PORTNEY; WATKINS, 2008).

Para analisar o nível de associação entre as variáveis fisiológicas (concentração de lactato sanguíneo e iEMG) e as variáveis mecânicas (trabalho, potência e impulso) foi aplicado o teste de correlação de Pearson. Com relação às variáveis fisiológicas, foram utilizados os valores de concentração de lactato ao final da 3ª série de cada protocolo, enquanto que para a eletromiografia, foi utilizada a iEMG média das repetições obtida durante as três séries de cada protocolo. Para as variáveis mecânicas, utilizou-se os valores de trabalho total, potência média e impulso total produzidos durante as 3 séries dos protocolos de treinamento.

A análise estatística foi feita com o auxílio do programa STATISTICA 5.1, com exceção dos cálculos do CCI, que foram realizados no programa SPSS 15.0. Os dados foram apresentados em forma de média e desvio padrão. O nível de significância adotado para todas as análises foi de $p < 0,05$.

5 - RESULTADOS

Devido a problemas técnicos na aquisição dos dados eletromiográficos, um dos indivíduos foi excluído da amostra. Sendo assim, todas as análises foram feitas a partir dos dados obtidos de 19 voluntários. Na TAB. 1 estão apresentadas as características da amostra.

TABELA 1
Caracterização da Amostra.

Variáveis	Média	Desvio-padrão	Valores mínimos	Valores máximos
Idade (anos)	24,9	4,2	19,8	37,3
Massa Corporal (kg)	77,1	9,8	60,2	97,5
Estatuta (m)	1,76	0,08	160,0	187,0
Percentual de gordura (%)	10,7	3,5	5,1	17,2
Valor do 1RM (kg)	93,4	12,3	70,9	115,0
60% de 1RM (kg)	53,1	7,4	42,7	69,0

Todos os voluntários recrutados foram capazes de levantar no teste de 1RM um peso maior que a sua própria massa corporal, confirmando assim um dos critérios de inclusão também adotados na literatura (KEOGH *et al.*, 1999). Até a data da coleta, os voluntários treinavam em média 4,6 ($\pm 1,2$) vezes na semana, sendo que todos eles realizavam algum exercício priorizando os adutores horizontais do ombro. Para este tipo de exercício, 58% dos voluntários relataram controlar a duração da repetição em faixas próximas às adotadas neste estudo (4s a 6s). Os demais voluntários não realizavam controle desta variável nas suas sessões de treinamento.

Na TAB. 2 estão apresentados os dados descritivos de iEMG obtidos nos testes de CIVM, bem como os valores do CCI e EPM para as situações intra-sessão e inter-sessão. Todos os valores do CCI foram significativos ($p < 0,05$), sendo encontrados maiores valores nas situações intra-sessão.

TABELA 2

Dados descritivos da integral eletromiográfica obtidos em contração isométrica voluntária máxima e valores de coeficiente de correlação intraclasse e erro padrão de medida nas sessões de coleta 1 e 2.

Situação	Média ($\mu\text{V/s}$)	Desvio Padrão	CCI	EPM ($\mu\text{V/s}$)
Peitoral CIVM 1 (sessão 1)	349,8	171,9		
Peitoral CIVM 2 (sessão 1)	328,1	165,7	0,95	6,5
Peitoral CIVM 3 (sessão 1)	310,9	151,9		
Peitoral CIVM 1 (sessão 2)	362,6	168,6		
Peitoral CIVM 2 (sessão 2)	356,1	172,5	0,97	4,3
Peitoral CIVM 3 (sessão 2)	343,8	159,2		
Peitoral CIVM Máxima (sessão 1)	360,8	169,9	0,88	16,2
Peitoral CIVM Máxima (sessão 2)	377,9	173,4		
Tríceps CIVM 1 (sessão 1)	307,4	144,1		
Tríceps CIVM 2 (sessão 1)	282,5	154,3	0,92	10,5
Tríceps CIVM 3 (sessão 1)	266,4	138,7		
Tríceps CIVM 1 (sessão 2)	235,9	101,1		
Tríceps CIVM 2 (sessão 2)	241,8	100,0	0,87	13,7
Tríceps CIVM 3 (sessão 2)	233,0	102,7		
Tríceps CIVM Máxima (sessão 1)	322,8	151,1	0,59	54,4
Tríceps CIVM Máxima (sessão 2)	266,3	108,4		

CCI: coeficiente de correlação intraclasse. EPM: erro padrão de medida. CIVM: contração isométrica voluntária máxima.

Na análise da duração média da repetição (GRAF. 1), verificou-se maiores valores para as ações excêntricas ($2,18 \pm 0,08\text{s}$ e $3,97 \pm 0,08\text{s}$, protocolos 4s e 6s, respectivamente), quando comparadas com as ações concêntricas ($1,85 \pm 0,08\text{s}$ e $2,06 \pm 0,07\text{s}$, protocolos 4s e 6s respectivamente), independentemente do protocolo utilizado. Adicionalmente, o protocolo 4s demonstrou menores durações médias que o protocolo 6s, tanto na fase excêntrica quanto na concêntrica do movimento.

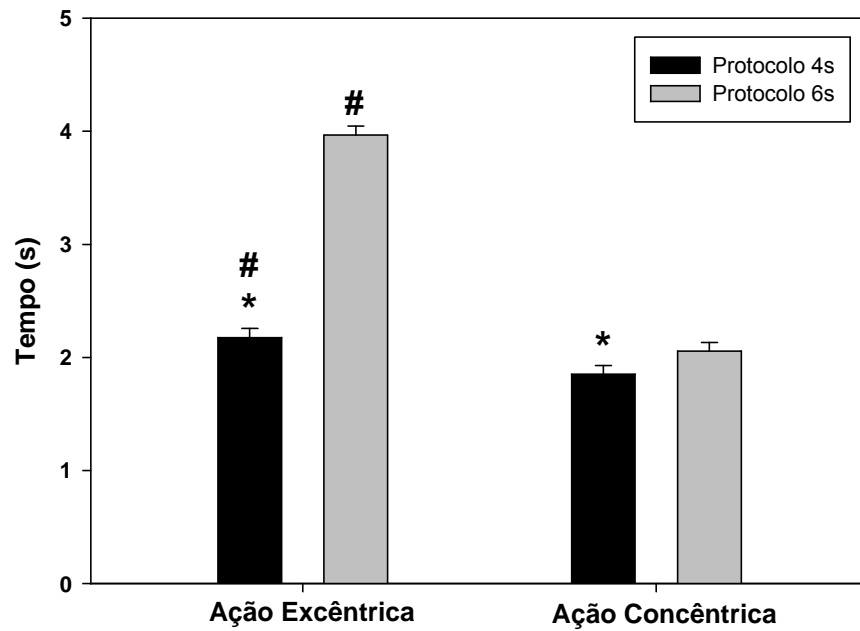


GRÁFICO 1- Tempo médio das ações musculares excêntrica e concêntrica nos protocolos 4s e 6s. * Diferente do protocolo 6s. # Diferente da ação concêntrica dentro do mesmo protocolo. Duração média da repetição: protocolo 4s: $4,03 \pm 0,05s$; protocolo 6s: $6,02 \pm 0,06s$.

Os resultados das variáveis mecânicas no decorrer de cada série estão listados na TAB. 3. Não houve diferença no trabalho realizado entre os protocolos 4s e 6s. Já para a potência média, o protocolo 4s apresentou maiores valores, enquanto que para o impulso total, foi demonstrado o comportamento inverso. Não foram encontradas diferenças entre as séries, independentemente da variável analisada.

TABELA 3
Respostas mecânicas em cada protocolo de treinamento.

Variável	Protocolos	1ª série	2ª série	3ª série
Trabalho total ¹ (J)	4s	2.315 (± 387)	2.316 (± 361)	2.295 (± 394)
	6s	2.276 (± 410)	2.274 (± 381)	2.268 (± 374)
Potência média (W)	4s	96,6 ($\pm 16,9$)*	96,0 ($\pm 15,0$)*	95,2 ($\pm 16,0$)*
	6s	63,0 ($\pm 11,5$)	63,0 ($\pm 10,7$)	62,7 ($\pm 10,7$)
Impulso total ¹ (N.s)	4s	13.230 (± 1.726)*	13.334 (± 1.776)*	13.330 (± 1.722)*
	6s	19.871 (± 2.603)	19.901 (± 2.586)	19.921 (± 2.613)

* Diferente do protocolo 6s na respectiva série. ¹ Para facilitar a visualização, não foram usadas casas decimais

O GRAF. 2 mostra o comportamento da iEMG do músculo peitoral maior no decorrer de cada protocolo de treinamento. Em todas as situações analisadas, a ação excêntrica apresentou menor ativação que a concêntrica. Embora o protocolo 4s não tenha sido capaz de modificar a ativação excêntrica no decorrer do protocolo de treinamento, no protocolo 6s foi demonstrado um aumento progressivo a cada série para este tipo de ação muscular. Adicionalmente, na 3ª série o protocolo 6s exibiu maior valor de ativação excêntrica que o protocolo 4s. Já com relação às ações concêntricas, tanto o protocolo 6s quanto o protocolo 4s apresentaram aumento no decorrer das séries, embora apenas no protocolo 6s o aumento ocorreu a cada série. Além disso, o protocolo 6s exibiu maior ativação que o protocolo 4s em todas as 3 séries.

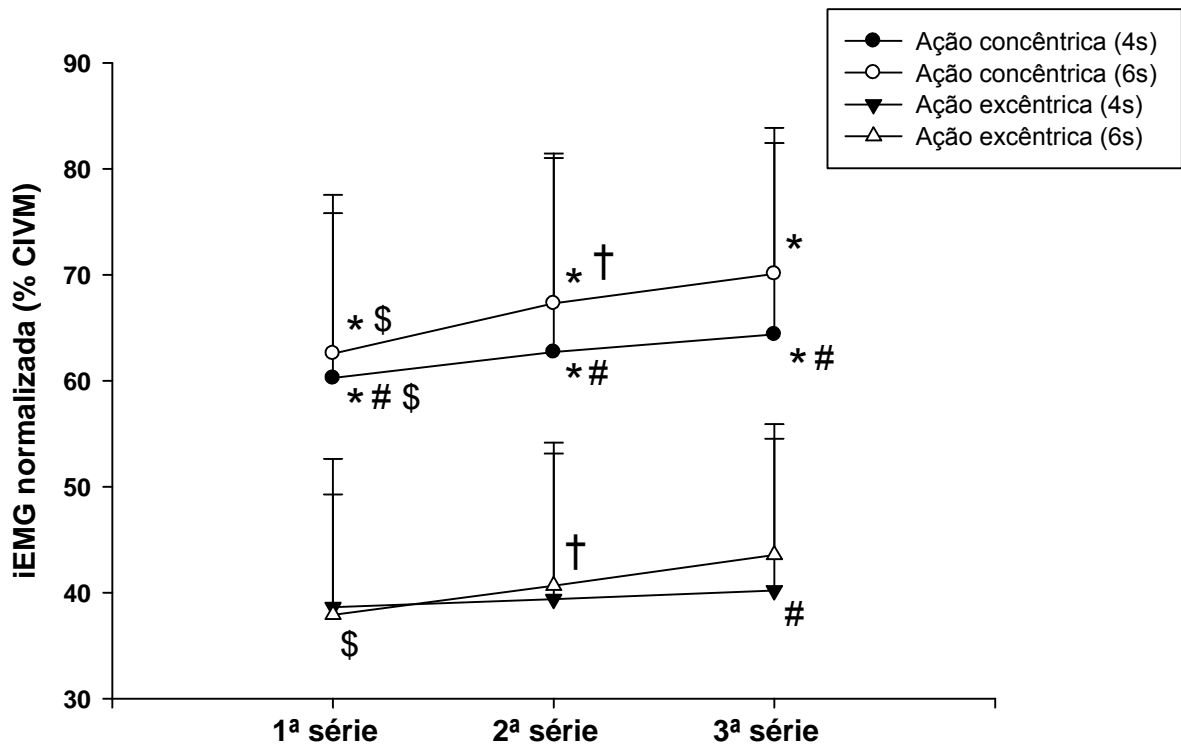


GRÁFICO 2: Média da iEMG do músculo peitoral maior em cada protocolo de treinamento (valores normalizados pela CIVM). * Diferente da ação excêntrica na respectiva série e protocolo. # Diferente do protocolo 6s na respectiva série e ação muscular. \$ Diferente da 2ª e 3ª séries no respectivo protocolo. † Diferente da 3ª série no respectivo protocolo.

O GRAF. 3 ilustra o comportamento da iEMG do músculo tríceps braquial no decorrer de cada protocolo de treinamento. Os valores encontrados nas ações excêntricas foram sempre inferiores aos das ações concêntricas. Em ambos os

protocolos, verificou-se um aumento da ativação excêntrica da 2ª para 3ª série, no entanto, sem haver diferenças entre os protocolos analisados. Nas ações concêntricas, houve progressivamente um aumento da ativação a cada série, independentemente do protocolo utilizado. Além disso, quando comparado com protocolo 4s, o protocolo 6s novamente demonstrou maiores valores em todas as 3 séries.

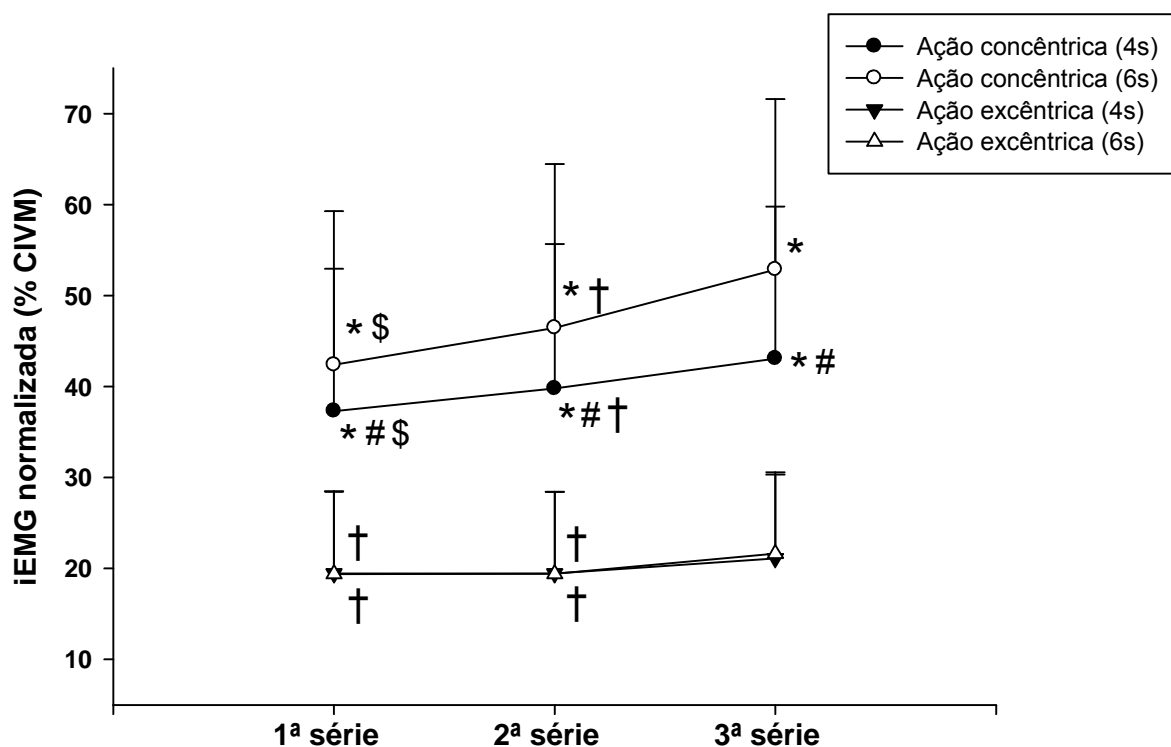


GRÁFICO 3: Média da iEMG do tríceps braquial em cada protocolo de treinamento (valores normalizados pela CIVM). * Diferente da ação excêntrica na respectiva série e protocolo. # Diferente do protocolo 6s na respectiva série e ação muscular. \$ Diferente da 2ª e 3ª séries no respectivo protocolo. † Diferente da 3ª série no respectivo protocolo.

Houve diferença na concentração de lactato sangüíneo entre os protocolos em todas as situações comparadas, com exceção do repouso. Em ambos os protocolos, verificou-se aumento da concentração de lactato no decorrer das séries (GRAF. 4).

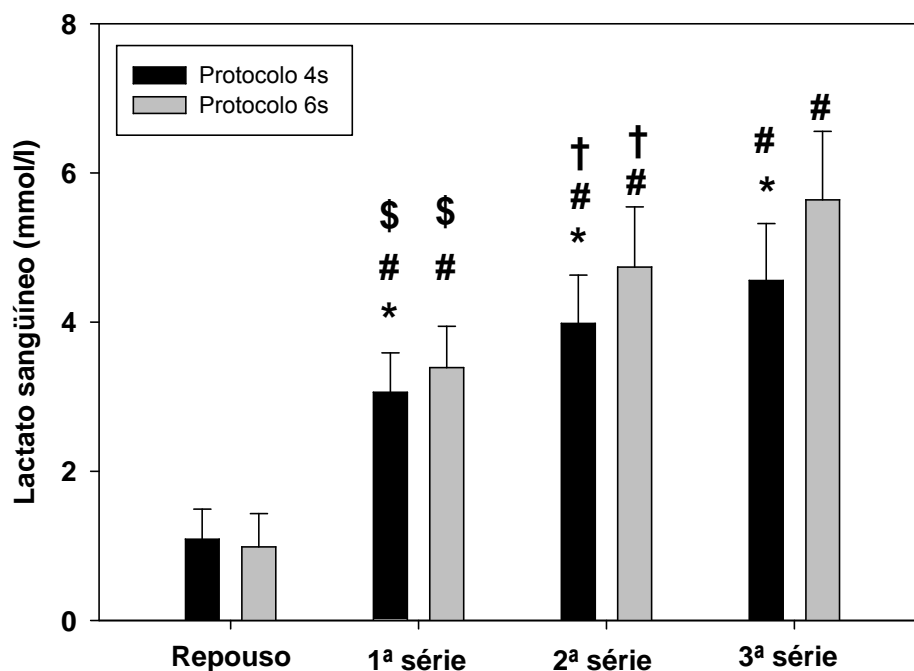


GRÁFICO 4: Concentração de lactato sanguíneo em repouso e após cada série dos protocolos 4s e 6s. * Diferente do protocolo 6s na respectiva série. # Diferente do valor de repouso. \$ Diferente da 2ª e 3ª séries no respectivo protocolo. † Diferente da 3ª série no respectivo protocolo.

Em ambos os protocolos, a concentração de lactato sanguínea apresentou correlações positivas com todas as variáveis mecânicas, de forma que os valores de correlação foram maiores no protocolo 6s. No entanto, não foram verificadas correlações significativas entre as variáveis mecânicas e a iEMG média da repetição em nenhum dos músculos estudados (TAB. 4).

TABELA 4
Níveis de correlação entre respostas fisiológicas e mecânicas obtidas nas sessões de treinamento.

Variável fisiológica	Coeficiente de correlação de Pearson		
	Trabalho total (J)	Potência média (W)	Impulso total (N.s)
[La] Protocolo 4s	0,55 *	0,57 *	0,49 *
[La] Protocolo 6s	0,71 **	0,74 **	0,51 *
Peitoral.iEMG Protocolo 4s	-0,25	-0,23	-0,29
Peitoral.iEMG Protocolo 6s	-0,22	-0,21	-0,17
Tríceps.iEMG Protocolo 4s	0,33	0,38	0,30
Tríceps.iEMG Protocolo 6s	0,08	0,07	-0,17

* $p < 0,05$. ** $p < 0,001$. [La]: Concentração de lactato (mmol/l) após a 3ª série. iEMG: integral eletromiográfica média da repetição normalizada (%) pela contração isométrica voluntária máxima.

6 – DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que o aumento da duração da repetição promoveu maiores níveis de ativação muscular e maior concentração de lactato sangüíneo em protocolos de treinamento de força na musculação. Além disso, as respostas mecânicas geradas pelos protocolos de treinamento se correlacionaram significativamente com a concentração de lactato sangüíneo mensurada ao final do protocolo, mas não com a ativação dos músculos peitoral maior e tríceps braquial.

Antes de proceder à análise e interpretação dos principais resultados obtidos na pesquisa, foi necessário verificar se o tempo gasto nas ações musculares excêntricas e concêntricas ao longo das situações experimentais (4s e 6s) foi realizado dentro do previsto. Enquanto as durações médias da repetição foram muito próximas as durações desejadas (4,03s e 6,02s, $CV < 1,5\%$), foram encontradas diferenças estatísticas entre o tempo gasto nas ações excêntricas e concêntricas nos protocolos de treinamento. Diferenças esperadas, como entre as ações excêntricas e concêntricas do protocolo 6s e ações excêntricas dos protocolos 4s e 6s, foram confirmadas. Na comparação da duração média da ação muscular concêntrica entre os protocolos 4s e 6s (1.85s x 2.06s) e das ações concêntricas e excêntricas do protocolo 4s (1.85s x 2.18s) foram verificadas diferenças significativas. Embora essas diferenças sejam na média inferior a 9% em relação à duração desejada de 2s, a possível influência desta diferença entre as durações das ações musculares deve ser considerada na discussão dos resultados. Estes resultados mostram que o uso do metrônomo auxiliou no controle da duração da repetição, mas não para o controle da duração das ações musculares.

Adicionalmente, é importante considerar que os resultados mostraram que os voluntários mantiveram estáveis as respostas mecânicas proporcionadas pela realização dos protocolos de treinamento. Não foram identificadas diferenças nas variáveis trabalho, potência e impulso no decorrer das três séries. Esses resultados indicam que tanto a duração da repetição e a distância percorrida pela barra não variaram significativamente durante a realização dos protocolos de treinamento. Além disso, foram encontradas diferenças para as variáveis potência e impulso quando comparados os protocolos 4s e 6s, resultado esperado uma vez que essas variáveis mecânicas são dependentes do tempo.

6.1 – Influência dos protocolos de treinamento na amplitude do sinal eletromiográfico

Em todas as situações analisadas, a ação muscular excêntrica apresentou menor ativação quando comparada com a ação concêntrica. Este resultado corrobora os de outros estudos encontrados na literatura (PINCIVERO *et al.*, 2006; PINCIVERO *et al.*, 2008; TESCH *et al.*, 1990). Uma vez que as ações excêntricas teriam início no momento em que a força aplicada na barra se torna menor que àquela necessária para manter a barra em condição estática, seria demandada uma menor produção de força para deslocar o peso em ações excêntricas do que em ações concêntricas, o que exigiria também uma menor ativação muscular durante a ação excêntrica (PINCIVERO *et al.*, 2006; 2008; DUCHATEAU; ENOKA, 2008). Uma explicação adicional para a menor iEMG seria a contribuição de componentes elásticos do tecido muscular para a produção de força durante a ação excêntrica, que diminuiria a necessidade de produção de força pelos elementos contráteis e conseqüentemente a ativação muscular (DUCHATEAU; ENOKA, 2008; HERZOG *et al.*, 2003).

Os protocolos de treinamento adotados neste estudo foram capazes de promover um aumento da amplitude do sinal eletromiográfico da ação concêntrica a cada série realizada. Uma única exceção foi identificada entre a 2ª e 3ª séries do protocolo 4s, onde não houve aumento da iEMG para o peitoral maior. Esses resultados indicam um aumento do recrutamento de unidades motoras no decorrer das séries. Embora não tenham sido encontrados estudos anteriores que tenham realizado esta comparação, subsídios para a hipótese de diferenças entre as séries foram apresentados pelas pesquisas que investigaram a ativação muscular concêntrica no decorrer de uma série em exercícios realizados em equipamentos de resistência externa dinâmica (RED) (AHTIAINEN; HÄKKINEN, 2009; PINCIVERO *et al.*, 2006). Pincivero *et al.* (2006) encontraram aumento da amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos do quadríceps (vasto lateral, vasto medial e reto femoral) durante a realização do exercício de extensão de joelhos. Os voluntários desempenharam uma série de repetições até a falha concêntrica a uma intensidade de 50% de 1RM, sendo que cada repetição foi composta de ações concêntrica, isométrica e excêntrica. Em uma análise semelhante, Ahtiainen e Häkkinen (2009) também encontraram um aumento da ativação muscular concêntrica dos mesmos

músculos do quadríceps ao submeterem indivíduos a dois protocolos de treinamento de intensidades submáximas diferentes no exercício de extensão de joelhos, no qual cada repetição era constituída de ações concêntricas e excêntricas. Nos estudos que foram utilizados equipamentos isocinéticos e realizadas ações musculares concêntricas isoladamente foram verificados resultados conflitantes. Tesch *et al.* (1990) verificaram aumento da iEMG do reto femoral e vasto lateral no decorrer de cada da série de 32 ações concêntricas máximas em equipamento isocinético. Contrariamente, Kay *et al.* (2000) não observaram alterações significativas da iEMG do reto femoral ao submeterem os indivíduos à esforços isocinéticos máximos de extensão de joelhos durante uma série de repetições múltiplas durante um período de 100s. Portanto, parece consistente o aumento da ativação na ação muscular concêntrica ao longo das repetições dentro de uma série. Partindo desta informação e da expectativa de que o intervalo da pausa não seria suficiente para uma recuperação completa das vias energéticas, a execução do mesmo trabalho na série seguinte iria demandar a participação de outras unidades motoras, o que resultaria em uma maior iEMG. Os resultados do presente estudo indicam que esse comportamento ocorreu entre as séries para exercícios de RED.

Ao se comparar o efeito dos protocolos 4s e 6s na iEMG concêntrica, verificou-se que o protocolo 6s proporcionou maiores valores da atividade eletromiográfica em todas as séries analisadas, independentemente do grupo muscular analisado. É possível que esse resultado tenha ocorrido, pelo menos em parte, por uma menor contribuição de força gerada pelo ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) no protocolo 6s quando comparado ao protocolo 4s. Ações musculares excêntricas mais lentas no CAE podem estar associadas a um menor armazenamento da energia elástica e menor estimulação da resposta reflexa miotática (CRONIN *et al.*, 2002), o que reduziria a produção de força durante a ação concêntrica. Desta forma, seria necessário um aumento da iEMG para que o mesmo desempenho fosse alcançado. Além disso, Wilson *et al.* (1991), em uma pesquisa utilizando o exercício supino com atletas levantadores de peso, demonstraram que a inclusão de pequenas pausas entre as ações musculares excêntrica e concêntrica levou os indivíduos a alcançarem menores valores de impulso no início da ação muscular concêntrica. Esse resultado reforça a importância de uma rápida transição entre ações excêntricas e concêntricas na produção de força. Desta forma, a maior duração da ação muscular excêntrica no protocolo de 6s, que representa menores

velocidades angulares durante o exercício, pode ter influenciado negativamente na transição entre as ações musculares no CAE. Portanto, o aumento do tempo de ação excêntrica levaria a uma maior necessidade de produção de força pelos elementos musculares contráteis durante a ação concêntrica (CREWETHER *et al.*, 2005), repercutindo assim em um maior recrutamento de unidades motoras e conseqüentemente em um aumento da iEMG. Outro aspecto que justificaria a diferença da iEMG na ação concêntrica entre os protocolos é a possível existência de oclusão vascular mais constante no decorrer de cada série do protocolo 6s. Tanto Goto *et al.* (2008) quanto Tanimoto e Ishii (2006), utilizando intensidades (percentuais de 1RM) próximas à do presente estudo, demonstraram que protocolos de treinamento com duração da repetição 6s geraram uma menor disponibilidade de oxigênio na musculatura ativa ao final de cada série quando comparado aos protocolos com menor duração da repetição, sendo este resultado justificado por uma maior constância na oclusão vascular durante o exercício. Nesse sentido, é esperado que tais respostas possam ter ocorrido no protocolo de 6s realizado no presente estudo. Considerando então que uma oclusão vascular constante reduz a disponibilidade de oxigênio na musculatura ativa (GOTO *et al.*, 2008; TANIMOTO; ISHII, 2006), espera-se que unidades motoras com características predominantemente oxidativas tenham seu desempenho reduzido na geração de tensão durante o exercício que apresenta um maior tempo de oclusão. Sendo assim, novas unidades motoras seriam recrutadas antecipadamente para que os níveis de força fossem mantidos durante a tarefa, o que levaria a um aumento da iEMG (TAKARADA *et al.*, 2000a).

Nos protocolos de treinamento adotados nesta pesquisa foi verificado um aumento da iEMG nas ações excêntricas no decorrer das séries, sendo que apenas para o peitoral maior no protocolo de duração da repetição de 4s não foi encontrada uma alteração significativa. Estudos que tenham comparado a amplitude do sinal eletromiográfico entre séries em equipamentos de resistência externa dinâmica (RED) também não foram encontrados. O mesmo raciocínio desenvolvido para discutir as alterações do aumento da ativação muscular na ação concêntrica pode ser considerado também para a ação excêntrica. Diferentemente do comportamento verificado na ativação muscular para a ação concêntrica, os resultados referentes à resposta do sinal eletromiográfico para a ação excêntrica ao longo das repetições em uma série são controversos. Pincivero *et al.* (2006) analisaram a amplitude do

sinal eletromiográfico em ações excêntricas submáximas utilizando exercícios de RED. Ao contrário dos resultados encontrados pelos próprios autores em ações concêntricas, a iEMG na ação excêntrica do quadríceps diminuiu no decorrer das repetições realizadas durante uma série até a fadiga. Esse dado difere da tendência encontrada no presente estudo, onde houve aumento da iEMG na ação excêntrica no decorrer das séries. Outros estudos que utilizaram equipamentos isocinéticos mostraram resultados divergentes, enquanto Kay *et al.* (2000) não verificaram alterações significativas na iEMG do reto femoral, Tesch *et al.* (1990) constataram um aumento na iEMG do reto femoral e vasto lateral durante uma série de 32 repetições excêntricas. Contudo, uma explicação para o aumento da ativação muscular em ações excêntricas no presente estudo pode estar relacionada com um efeito cumulativo da demanda fisiológica ao longo das séries. A manutenção do mesmo desempenho ao longo das séries exigiu a participação de outras unidades motoras, acarretando em uma maior iEMG. Mas, pesquisas futuras envolvendo protocolos de treinamento com outras características e exercícios de RED deverão ser realizadas para confirmar esta argumentação.

Como relatado anteriormente, na comparação da iEMG da ação excêntrica ao longo das séries em cada protocolo de treinamento, alterações significativas só não foram identificadas no protocolo de 4s para o músculo peitoral maior. Um primeiro raciocínio para discutir este resultado está relacionado com a maior capacidade de produção de força durante a ação muscular excêntrica (TESCH *et al.*, 1990; ENOKA; FUGLEVAND, 2001). Como o peso deslocado corresponde a 60% de 1RM (submáximo), para a ação excêntrica esse mesmo peso representaria uma intensidade menor em comparação com a ação concêntrica. Desta forma, além do fato de que durante a ação excêntrica a força necessária para deslocar o peso ser menor (a favor da gravidade), a intensidade relativa para a ação excêntrica seria inferior a 60% de 1RM, resultando em uma demanda fisiológica para a ação excêntrica insuficiente para provocar um aumento na atividade eletromiográfica significativa ao longo das séries. Contudo, para o músculo tríceps braquial foi verificado um aumento da iEMG ao longo das séries no protocolo de 4s, o que inviabiliza esta argumentação. No entanto, se a redução da aplicação da força na ação excêntrica ocorre no mesmo nível para os músculos peitoral maior e tríceps braquial é uma questão que ainda necessita ser investigada. Outro mecanismo importante, neste contexto, está relacionado com a rotação de unidades motoras, ou

seja, a alternância de períodos de estimulação de unidades motoras de limiares similares. A rotação de unidades motoras foi verificada para tarefas de sustentação e de baixa intensidade (BAWA *et al.*, 2006; WESTGAARD; DELUCA, 1999). Este mecanismo poderia minimizar a fadiga e a necessidade de um aumento da ativação de novas unidades motoras, uma vez que as unidades motoras de limiar de estimulação semelhante participariam de um processo de revezamento durante a realização da tarefa. Se este mecanismo também manifesta para tarefas de força dinâmica de baixa intensidade e prolongadas, assim como, se músculos diferentes apresentariam respostas semelhantes deste mecanismo são questões que permanecem ainda por serem esclarecidas. Além disso, mais estudos são necessários para verificar se este resultado é uma resposta específica ou um comportamento consistente do padrão de estimulação do músculo peitoral maior nas condições investigadas.

No que diz respeito ao efeito dos protocolos de treinamento na resposta na ativação muscular excêntrica, foi verificado que para o músculo peitoral maior uma maior duração da repetição gerou uma diferença significativa da iEMG na 3ª série quando comparado com o protocolo 4s. Similarmente ao ocorrido na análise das ações concêntricas, espera-se que o aumento da duração da repetição tenha causado uma oclusão mais constante dos músculos ativos (GOTO *et al.*, 2008; TANIMOTO; ISHII, 2006), gerando menor disponibilidade de oxigênio e maior recrutamento de unidades motoras na tarefa, o que resultaria na maior iEMG observada no protocolo 6s. No entanto, em relação ao tríceps braquial, não foi verificada nenhuma diferença da iEMG durante a ação excêntrica na comparação das mesmas séries entre os protocolos de treinamento. Esse resultado mostra que o aumento da duração da repetição não interferiu significativamente nos valores da iEMG da ação muscular excêntrica desse músculo. Uma possível explicação para a não diferença entre os protocolos investigados está relacionada com a dinâmica da ativação muscular do tríceps braquial durante a execução do exercício supino guiado. Os resultados do estudo de McCaw e Friday (1994) mostram evidências de que existe uma menor ativação do tríceps braquial no início e no final da ação muscular excêntrica durante a execução do exercício supino guiado na intensidade de 60% de 1RM. Sendo assim, é possível que, no exercício supino guiado, esta dinâmica na ativação do tríceps braquial não produza uma tensão “constante” durante toda a amplitude de movimento. Esta variação do nível de tensão poderia

minimizar a efetividade da relação entre aumento da duração da repetição e oclusão vascular desse músculo (GOTO *et al.*, 2008). Com isso, maiores períodos de disponibilidade de oxigênio na musculatura ativa, que resultariam em uma menor exigência anaeróbica, provocariam um atraso no recrutamento de novas unidades motoras. Isso estaria de acordo com o aumento da atividade eletromiográfica identificado somente na 3ª série em ambos os protocolos de treinamento. Se este comportamento da ativação do tríceps braquial verificado por McCaw e Friday (1994) reflete uma característica morfológica específica deste músculo ou do exercício supino guiado em relação a este grupo muscular não pode ser verificada com os dados do presente estudo.

6.2 – Influência dos protocolos de treinamento na concentração de lactato sanguíneo

Em relação à resposta da concentração de lactato sanguíneo, não foi encontrada diferença significativa no repouso, indicando que os voluntários apresentaram condições iniciais similares antes da execução de cada protocolo de treinamento. Contudo, foi verificado que a realização dos protocolos de treinamento provocou aumento progressivo da concentração de lactato sanguíneo no decorrer das três séries, sendo encontrados maiores valores no protocolo de duração da repetição de 6s.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com as pesquisas que demonstraram que uma maior duração da repetição é capaz de aumentar a concentração de lactato sanguíneo após a execução de um determinado protocolo de treinamento (DINIZ, 2008; MAZZETTI *et al.*, 2007; TANIMOTO; ISHII, 2006). Mazzetti *et al.* (2007) observaram que ao final das quatro séries de oito repetições no exercício agachamento com 60% de 1RM, uma duração da repetição de 4s proporcionava valores significativamente maiores de concentração de lactato sanguíneo que uma duração da repetição de aproximadamente 3s. Tanimoto e Ishii (2006) também encontraram diferenças significativas em durações da repetição próximas às utilizadas no presente estudo. Os voluntários daquela pesquisa apresentaram uma maior concentração de lactato sanguíneo ao realizarem oito repetições com 7s do que com 3s a uma intensidade de aproximadamente 50% 1RM

em ambas as situações, durante três séries com pausa de 60s. No estudo de Diniz (2008) foram comparados os mesmos protocolos de treinamento utilizados no presente estudo. Esse autor também demonstrou que o protocolo de duração da repetição de 6s gerou maior concentração de lactato sangüíneo comparado com o protocolo de duração da repetição de 4s.

Explicações para a maior concentração de lactato sangüíneo verificada ao final do protocolo de treinamento com a duração da repetição de 6s apresentam semelhanças àquelas utilizadas para justificar o aumento da amplitude do sinal eletromiográfico. Segundo Tanimoto e Ishii (2006), uma duração da repetição maior promoveria uma menor alteração na tensão na musculatura ao longo de uma repetição. Esta menor variação na tensão resultaria em uma oclusão vascular mais constante e, conseqüentemente, redução do fluxo sangüíneo na musculatura, ocasionando um maior acúmulo de metabólitos e aumento da concentração de lactato sangüíneo (TAKARADA *et al.*, 2000b). Portanto, parece que protocolos de treinamento capazes de promover uma oclusão vascular mais constante, comportamento esperado para o protocolo de duração 6s do presente estudo, tanto dificultariam a remoção do lactato quanto aumentariam a demanda anaeróbica para a realização do exercício. No entanto, os dados apresentados neste estudo não permitem uma conclusão definitiva a respeito deste mecanismo, sendo importante que novas pesquisas sejam realizadas para se comprovar essa hipótese. Adicionalmente, há também uma expectativa de diminuição da contribuição do CAE na produção de força no protocolo 6s, o que pode também ter interferido na concentração de lactato sangüíneo. Um menor aproveitamento do CAE está associado com menores valores de impulso no início da ação muscular concêntrica (WILSON *et al.*, 1991), o que dificultaria deslocar a barra durante esta ação muscular. Com isso, para que a barra continuasse a ser deslocada dentro de um determinado tempo, seria necessária uma maior produção de força concêntrica por meio do material contrátil (CREWETHER *et al.*, 2005). Considerando o maior valor da iEMG encontrado nas ações concêntricas do protocolo de duração da repetição 6s, espera-se que mais unidades motoras com maior capacidade glicolítica tenham sido recrutadas neste protocolo de treinamento (TAKARADA *et al.*, 2000b), o que poderia também promover um aumento da produção de lactato sangüíneo quando comparado ao protocolo 4s.

6.3 – Correlações entre respostas fisiológicas e mecânicas

Os resultados do presente estudo mostraram níveis de correlação moderados e significativos entre as respostas mecânicas e a concentração de lactato ao final da realização dos protocolos de treinamento. Valores de correlação entre as variáveis mecânicas trabalho e potência e a concentração de lactato foram semelhantes em ambos os protocolos. Isso provavelmente ocorreu devido a duração da repetição ter sido previamente estabelecida em 4s e 6s para todos os voluntários nas situações experimentais testadas, o que de fato ocorreu no presente estudo. Considerando que a potência é resultado do trabalho dividido pelo tempo, podemos então assumir que a variação dos valores de potência do presente estudo ocorreu em grande parte pela variação do próprio trabalho. Sendo assim, era de se esperar que os níveis de correlação fossem bastante parecidos. Na pesquisa de Brown *et al.* (1990), foram também correlacionadas as variáveis trabalho e concentração de lactato sanguíneo. Utilizando voluntários com características de treinamento heterogêneas, estes autores encontraram um coeficiente de correlação de 0,62 para o trabalho realizado no exercício *leg press* e a concentração de lactato sanguíneo mensurada após o protocolo de treinamento, estando este valor próximo aos verificados no presente estudo (0,55 e 0,71).

Para interpretar a relação entre duas variáveis, o coeficiente de determinação ($r^2 \times 100$) é um dos critérios comumente utilizado (PORTNEY; WATKINS, 2008; THOMAS *et al.*, 2007). A análise do coeficiente de determinação indicou que apenas 30,3% da variância da resposta da concentração de lactato sanguíneo é explicada pela variância do trabalho produzido durante o protocolo treinamento com duração da repetição de 4s. No entanto, uma maior parte da variação da concentração do lactato sanguíneo passou a ser explicada pelo trabalho realizado considerando o protocolo 6s (50,4%). Isso parece indicar que, na execução de protocolos onde há pouca participação do ciclo de alongamento-encurtamento somado a níveis relativamente constantes de oclusão vascular, como possivelmente ocorreu no protocolo 6s, o trabalho mecânico parece interferir de forma mais consistente na concentração de lactato sanguíneo. Levando em consideração que o trabalho é caracterizado pela força aplicada e pela distância percorrida pela barra, alterações desses dois fatores podem modificar a resposta da

concentração de lactato sangüíneo em maior ou menor grau, dependendo da característica do protocolo de treinamento utilizado.

Considerando que estudos anteriores demonstraram que o aumento da duração da repetição promove aumento na concentração de lactato (DINIZ, 2008; MAZZETTI *et al.*, 2007; TANIMOTO; ISHII, 2006), era esperado encontrar correlações positivas e significativas entre o impulso e a concentração de lactato, já que o impulso é definido como a força aplicada no tempo. Os resultados do presente estudo confirmaram esta expectativa. Contudo, a variância da concentração de lactato explicada pelo impulso foi apenas de 24% para o protocolo 4s e 26% para o protocolo 6s. Assim, diferentemente do trabalho mecânico, a modificação da característica do protocolo de treinamento não interferiu de forma considerável no nível de associação dessas variáveis. Desta forma, para protocolos de treinamento com a duração da repetição pré-estabelecida, o impulso é uma variável mecânica menos representativa do protocolo de treinamento para explicar a variância da resposta metabólica. Se este resultado irá se repetir para protocolos de treinamento com outras características (maior intensidade ou maiores diferenças na duração da repetição) necessita ser investigado em estudos futuros.

No que diz respeito à relação entre variáveis mecânicas e eletromiográficas, não foram encontradas correlações significativas. Considerando que a amplitude do sinal eletromiográfico é influenciada pela magnitude da força aplicada, bem como pelo tempo de aplicação desta força (SUZUKI *et al.*, 2002), seria plausível que variáveis mecânicas pudessem em algum nível se associar à iEMG obtida nos protocolos de treinamento aplicados neste estudo. No entanto, é possível que a característica complexa do movimento realizado no exercício supino guiado justifique a ausência de correlação entre as variáveis mecânicas e a amplitude do sinal eletromiográfico. Como já abordado, por ser um exercício multiarticular, o desempenho no supino guiado é resultado da contribuição de vários músculos envolvidos principalmente nos movimentos de adução horizontal do ombro e de extensão do cotovelo (SHINOHARA, 2009). Alguns autores já relataram a existência de uma considerável variabilidade na forma de ativação dos músculos envolvidos em exercícios de musculação (MCCAW; FRIDAY, 1994), o que dificulta assumir determinado padrão do comportamento eletromiográfico na realização deste tipo de tarefa. Partindo desse pressuposto, é razoável imaginar que durante a realização dos protocolos de treinamento adotados neste estudo, cada voluntário

tenha utilizado em magnitudes distintas os diferentes músculos envolvidos na produção dos torques articulares. Já que muitos músculos são responsáveis pela tarefa, isso pode ter gerado uma grande diversidade de estratégias na ativação eletromiográfica, dificultando encontrar relações significativas entre a iEMG e as variáveis mecânicas analisadas. Possivelmente esta relação seja mais facilmente verificada em exercícios de musculação monoarticulares, como por exemplo, no exercício de extensão de joelhos.

6.4 – Limitações do estudo

Mesmo tendo submetido todos os voluntários a um processo de familiarização ao uso do metrônomo para controle da duração da repetição, ainda foram verificadas diferenças estatísticas entre as durações das ações concêntricas dos protocolos 4s e 6s ($1,85 \pm 0,08s$ x $2,08 \pm 0,08s$, respectivamente). Sendo assim, é possível que esse fator tenha potencializado identificar diferenças entre os protocolos comparados, tanto na amplitude do sinal eletromiográfico na ação concêntrica quanto na própria concentração de lactato sangüíneo. Embora o tempo médio gasto nas ações concêntricas tenha sido diferente do ponto de vista estatístico, a magnitude da diferença é consideravelmente pequena ($\Delta = 0,23s$), o que dificulta assumir que esse fator venha refletir de maneira decisiva nas respostas fisiológicas mensuradas. A partir também desses resultados, verifica-se a importância de se registrar a duração da repetição em estudos que analisam o efeito agudo ou crônico da manipulação dessa variável do treinamento. Das pesquisas revisadas no presente estudo, a maioria absoluta utilizou o metrônomo para controle da duração da repetição e das ações musculares, entretanto, sem nenhum tipo de registro que confirmasse se as durações ocorreram dentro do planejado.

Outro aspecto que pode ser ressaltado é a confiabilidade das medidas eletromiográficas encontradas neste estudo. De maneira geral, foram encontrados valores satisfatórios do CCI para ambos os grupos musculares (0,87 a 0,97) nas situações intra-sessão (PORTNEY; WATKINS, 2008). Por outro lado, na situação inter-sessão, o tríceps passou a apresentar valores mais baixos (0,59) quando comparados aos encontrados na situação intra-sessão, enquanto que o peitoral

maior não diminuiu os valores desse coeficiente (0,88). Keogh *et al.* (1999) também utilizaram a CIVM para analisar a confiabilidade inter-sessão das medidas eletromiográficas do tríceps braquial e peitoral maior. Embora esses autores tenham utilizado outro coeficiente de correlação (Pearson), os valores encontrados foram próximos aos do presente estudo (0,59 para o tríceps braquial e 0,81 para peitoral maior). Assim sendo, parece que o músculo tríceps braquial (porção longa) apresenta menor confiabilidade quando as medidas são realizadas em dias diferentes, o que poderia favorecer a ocorrência do erro tipo 2 (WEIR, 2005).

Por fim, devido a limitações técnicas não foi possível incluir a análise da atividade eletromiográfica do músculo deltóide anterior no delineamento do experimento, sendo uma limitação do estudo por ser um músculo importante na realização do exercício supino (MCCAW; FRIDAY, 1994). A inclusão dos dados referentes à atividade eletromiográfica poderiam aumentar ainda mais o detalhamento das relações existentes entre as variáveis fisiológicas e mecânicas envolvendo diferentes protocolos de treinamento.

7 – CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo demonstraram que um aumento da duração da repetição em protocolos de treinamento de força na musculação provocou uma maior resposta na amplitude do sinal eletromiográfico, principalmente na fase concêntrica do movimento. Além disso, maiores durações da repetição são capazes de promover aumento na concentração de lactato sanguíneo. As variáveis mecânicas trabalho, potência e impulso geradas a partir dos protocolos de treinamento não apresentaram correlações significativas com atividade eletromiográfica mensurada, embora tenham demonstrado níveis de correlação moderados com a concentração de lactato sanguíneo.

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.

AHTIAINEN, J.P.; HAKKINEN, K. Strength athletes are capable to produce greater muscle activation and neural fatigue during high-intensity resistance exercise than nonathletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.23, n.4, p.1129-1134, 2009.

AUGUSTSSON, J.R.; THOMEE, P.; HORNSTEDT, J.; LINDBLOM, J.; KARLSSON, D.; GRIMBY, G. Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.17, n.2, p.411–416, 2003.

BAWA, P.; PANG, M.Y.; OLESEN, K.A.; CALANCIE, B. Rotation of motoneurons during prolonged isometric contractions in humans. *Journal of Neurophysiology*, v.96, p.1135–1140, 2006.

BIRD, S.P.; TARPENNING, M.K.; 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.

BOTTARO, M.; MACHADO, S.N.; NOGUEIRA, W.; SCALES, R.; VELOSO, J. 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.

BROWN, S.; THOMPSON, W.; BAILEY, J.; JOHNSON, K.; WOOD, L.; BEAN, M.; THOMPSON, D. Blood lactate response to weightlifting in endurance and weight trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.4, n.4, p.112-130, 1990.

CARPENTIER, A.; DUCHATEAU, J.; HAINAUT, K. Motor unit behavior and contractile changes during fatigue in the human first dorsal interosseus. *Journal of Neurophysiology*, v.534, n.3, p.903–912, 2001.

CHAGAS, M.H.; LIMA, F.V. *Musculação: Variáveis estruturais*. Belo Horizonte: Casa da Educação Física, 2008. 72p.

CREWETHER, B.; CRONIN, J.; KEOGH, J. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute mechanical responses. *Sports Medicine*, v.35, n.11, p.967–989, 2005.

CREWETHER, B.; CRONIN, J.; KEOGH, K. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute metabolic responses. *Sports Medicine*, v.36, n.1, p.65-78, 2006.

CREWETHER, B.; CRONIN, J.; KEOGH, K. The contribution of volume, technique, and load to single-repetition and total-repetition kinematics and kinetics in response to three loading schemes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.22, n.6, p.1908-1915, 2008.

CRONIN, J.B.; MCNAIR, P.J.; MARSHALL, R.N. Power absorption and production during slow, large-amplitude stretch-shorten cycle motions. *European Journal of Applied Physiology*. v.87, p.59-65, 2002.

CRONIN, J.; CREWETHER, B. Training volume and strength and power development. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v.7, n.2, p.144–155, 2004.

DENTON, J.; CRONIN, J. Kinematic, kinetic, and blood lactate profiles of continuous and intraset rest loading schemes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.20, n.3, p.528-534, 2006.

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. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

DRUST, B.; WATERHOUSE, J.; ATKINSON, G.; EDWARDS, B.; REILLY, T. 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 Neurophysiology*, v.586, n.24, p.5853–5864, 2008.

DURAND, R.J.; CASTRACANE, V.D.; HOLLANDER, D.B.; TRINIECKI, J.L.; BAMMAN, M.M.; O'NEAL, S.; HERBERT, E.P. KRAEMER, R.R. 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. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology*, v.81, n.6, p. 2339–2346, 1996.

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 of resistance training programs*. Champaign: Human Kinetics, 1997.

FROST, D.M.; CRONIN, J.B.; NEWTON, R.U. A comparison of the kinematics, kinetics and muscle activity between pneumatic and free weight resistance. *European Journal of Applied Physiology*. v.104, p.937-956, 2008.

FRY, A.C. The role of resistance exercise intensity on muscle fiber adaptations. *Sports Medicine*, v.34, n.10, p. 663-679, 2004.

GENTIL, P.; OLIVEIRA, E.; ROCHA JUNIOR, V.; CARMO, J.; BOTTARO, M. Effects of exercise order on upper-body muscle activation and exercise performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.21, n.4, p.1082-1086, 2007.

GOSSELINK, K.L.; GRINDELAND, R.E.; ROY, R.R.; ZHONG, H.; BIGBEE, A.J.; GROSSMAN, E.J.; EDGERTON, V.R. Skeletal muscle afferent regulation of bioassayable growth hormone in the rat pituitary. *The Journal of Physiological Sciences*, 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.; TAKAHASHI, K.; YAMAMOTO, M.; TAKAMATSU, K. Hormone and recovery responses to resistance exercise with slow movement. *The Journal of Physiological Sciences*, v.58, n.1, p. 7-14, 2008.

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

GÜLLICH, A.; SCHMIDTBLEICHER, D. Struktur der kraftfähigkeiten und ihrer trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin*, v.50, n 7-8, p.223-234, 1999.

HATFIELD, D. I.; KRAEMER, W.J.; SPIERING, B.A.; HAKKINEN, K.; VOLEK, J.; SHIMANO, T.; SPREUWENBERG, L.; SILVESTRE, R.; VINGREN, J.; FRAGRALA, M.; GOMEZ, A.; FLECK, S.; NEWTON, R.; MARESH, C. 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.

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.

HOLLANDER, D. B.; DURAND, R.J.; TRYNICKI, J.L.; LAROCK, D.; CASTRACANE, V.D.; HEBERT, E.; KRAEMER, R.R. RPE, pain, and physiological adjustment to concentric and eccentric contractions. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.35, n.6, p. 1017-1025, 2003.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, v.40, p.497-504, 1978.

KAY, D.; ST CLAIR GIBSON, A.; MITCHELL, M.J.; LAMBERT, M.I.; NOAKES, T.D. Different neuromuscular recruitment patterns during eccentric, concentric and isometric contractions *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v.10, p.425–431, 2000.

KEELER, L.; FINKELSTEIN, L.; MILLER, W.; FERNHALL, B. 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.; WILSON, G.; WHEATHERBY, R. 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.; FLECK, S.J.; DZIADOS, J.E.; HARMAN, E.; MARCHITELLI, L.; GORDON, S.; MELLO, R.; FRYKMAN, P.; PERRY KOZIRIS, L; TRIPLETT, T. 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.; 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.

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.76-9, 1994.

LAGALLY, K.M.; ROBERTSON, R.J.; GALLAGHER, K.I.; GOSS, F.L.; JAKICIC, J.M.; LEPHART, S.; GOODPASTER, B. 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.; MCCAWE, S.T.; YOUNG, G.T., MEDEMA, H.C.; THOMAS, D.Q. 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.; UGRINOWITSCH, C.; CAMPOS, G.E.R.; AOKI, M.S.; FONSECA, R.; REGAZZINI, M.; MORISCOT, A.S.; TRICOLI, V. Treinamento de força máxima x treinamento de potência: alterações no desempenho e adaptações morfológicas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, v.1, n.4, p. 331-340, 2007.

LAWTON, T.; CRONIN, J.; LINDSELL, R. Effect of inter-repetition rest intervals on weight training repetition power output. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.20, n.1, p.172-176, 2006.

MAZZETTI, S.; DOUGLASS, M.; YOCUM, A.; HARBER, M. Effect of explosive versus slow contractions and exercise intensity on energy expenditure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.39, n.8, p. 1291-1301, 2007.

MCBRIDE, J.M.; MCCAULLEY, G.O.; CORMIE, P.; NUZZO, J.L.; CAVILL, M.J.; TRIPLETT, N.T. Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.23, n.1, p.106-110, 2009.

MCCAWE, S.; FRIDAY, J. A comparison of muscle activity between a free weight and machine bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.8, n.4, p.259-264, 1994.

MEYER, R.A. Does blood flow restriction enhance hypertrophic signaling in skeletal muscle? *Journal of Applied Physiology*, v.100, p.1443-1444, 2006.

MORRISSEY, M.C.; HARMAN, E.A.; FRYKMAN, P.N.; HAN, K.H. Early phase differential effects of slow and fast barbell squat training. *American Journal of Sports Medicine*, v.26, n.2, p.221-30, 1998.

MUNN, J.; HERBERT, R.D.; HANCOCK, M.J.; GANDEVIA, S.C. 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.; UDERMANN, B.E.; BRICE, G.A.; WINCHESTER, J.B.; MCGUIGAN, M.R. Influence of contraction velocity in untrained individuals over the initial early phase of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.19, n.4, p.883-887, 2005.

OLIVEIRA, A.; GRECO, C.C.; PEREIRA, M.P.; FIGUEIRA, T.R.; RUAS, V.D.A.; GONÇALVES, M.; DENADAI, B.S. Physiological and neuromuscular profile during a Bodypump session: acute responses during a high-resistance training session. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.23, n.2, p.579-586, 2009.

PINCIVERO, D.M.; GANDHI, V.; TIMMONS, M.K.; COELHO, A.J. 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, 2008. 891p.

RANA, S.R.; CHLEBOUN, G.S.; GILDERS, R.M.; HAGERMAN, F.; HERMAN, J.R.; HIKIDA, R.S.; KUSHNICK, M.R.; STARON, R.S.; TOMA, K. Comparison of early phase adaptations for traditional strength and endurance, and Low velocity resistance training programs in college-aged women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.22, n.1, p. 119–127, 2008.

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

SALE, D.G. Influence of exercise and training on motor unit activation. *Exercise and Sport Sciences Review*, v.15, p.95–151, 1987

SCOTT, B. Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 20, n.2, p. 404-411, 2006.

SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles). Disponível em: < <http://www.seniam.org/>>. Acesso em: 10 mai. 2008.

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

SORENSEN, H.; LOMBRO, S.; BRINK, M.; VISSING, K.; OVERGAARD, K.; AAGAARD, P. Biomechanical muscle stimuli during heavy resistance training and plyometric training. In: 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON STRENGTH TRAINING, 2008, Colorado Springs. Abstracts... Colorado Springs: 2008. p.55-56.

SPIERING, B.A.; KRAEMER, W.J.; ANDERSON, J.M.; ARMSTRONG, L.E.; NINDL, B.C.; VOLEK, J.S.; MARESH, C.M. Resistance exercise biology. Manipulation of resistance exercise programme variables determines the responses of cellular and molecular signalling pathways. *Sports Medicine*, v.38, n.7, p.527-540, 2008.

SUZUKI, H.; CONWIT, R.A.; STASHUK, D.; SANTARSIERO, L.; METTER, J. Relationships between surface-detected EMG signals and motor unit activation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.34, n.9, p.1509-1517, 2002.

TAKARADA, Y.; NAKAMURA, Y.; ARUGA, S.; ONDA, T.; MIYAZAKI, S.; ISHII, N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology*, v. 88, p. 61–65, 2000a.

TAKARADA, Y.; TAKAZAWA, H.; SATO, Y. TAKEBAYASHI, S.; NATAKA, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *Journal of Applied Physiology*, v.88, p.2097–2106, 2000b.

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.

TANIMOTO, M.; SANADA, K.; YAMAMOTO, K.; KAWANO, H.; GANDO, Y.; TABATA, I.; ISHII, N.; MIYACHI, M. ET AL. (2008) Effects of whole-body low-intensity resistance training with slow movement and tonic force generation on muscular size and strength in young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.22, n.6, p.1926–1938, 2008.

TESCH, P.A.; DUDLEY, G.A.; DUVOISIN, M.R.; HATHER, B.M.; HARRIS, R.T. Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle actions. *Acta Physiologica Scandinavica*, v.138, p.263–271, 1990.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K.; SILVERMAN, S.J. *Métodos de pesquisa em atividade física*. 5ª ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2007. 395p.

VERA-GARCIA, F.; FLORES-PARODI, B.; ELVIRA, J.L.; SARTI, M.A. Influence of trunk curl-up speed on muscular recruitment. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.22, n.3, p.684-690, 2008.

VISSING, K.; BRINK, M.; LONBRO, S.; SORENSEN, H.; OVERGAARD, K.; DANBORG, K.; MORTENSEN, J.; ELSTROM, O.; ROSENHOJ, N.; RINGGAARD, S.; ANDERSEN, J.; AAGAARD, P. Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.22, n.6, p. 1799-1810, 2008..

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

WERNBOM, M.; AUGUSTSSON, J.; RAASTAD, T. Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v.18, p.401-416, 2008.

WESTCOTT, W.L.; WINETT, R.A.; ANDERSON, E.S.; *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.

WESTGAARD, R.H.; DE LUCA C.J. Motor unit substitution in long-duration contractions of the human trapezius muscle. *Journal of Neurophysiology*, v.82, p.501-504, 1999.

WILSON, G.J.; ELLIOTT, B.C.; WOOD, G.A. The effect on performance of imposing a delay during a stretch-shorten cycle movement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.23, n.3, p. 364-370, 1991.

APÊNDICE 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TÍTULO DO ESTUDO: Efeito da duração da repetição em respostas fisiológicas e mecânicas no exercício supino guiado.

PESQUISADORES:

- Dr. Mauro Heleno Chagas (orientador)
- Hugo Cesar Martins Costa (mestrando)

OBJETIVO:

O objetivo do presente estudo é investigar o efeito agudo de diferentes durações da repetição em respostas fisiológicas e mecânicas, utilizando diferentes configurações da carga de treinamento no exercício supino guiado.

PROCEDIMENTOS:

Para isto, você comparecerá ao Laboratório do Treinamento em Musculação (LAMUSC) da UFMG em 5 dias. Nos dois primeiros dias, serão realizados testes de uma repetição máxima (1 RM) no exercício supino guiado, objetivando mensurar a sua força máxima dinâmica. No teste de 1 RM, 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). Para isto os pesquisadores realizarão no máximo de 6 tentativas, sendo que entre cada tentativa será dada uma pausa de cinco minutos. No primeiro dia de coleta, ainda serão realizadas mensurações da massa corporal, estatura, estimativa do percentual de gordura e o preenchimento de um questionário a respeito do seu treinamento na musculação, em especial sobre o exercício supino. Estima-se que nestes dois primeiros dias seja gasto no máximo 40 minutos para cada sessão de coleta.

Nos três dias seguintes, serão executadas sessões de treinamento também no exercício supino guiado. Em cada sessão de treinamento será utilizado um protocolo (1 ou 2) e uma duração da repetição (livre, 4 s ou 6 s), sendo que cada dia será utilizada uma combinação diferente determinada de forma aleatória. Estima-se que as sessões de treinamento durem no máximo 30 minutos.

Quadro 1
Componentes da Carga de Treinamento

Duração da repetição (s)	Protocolos	Séries	Repetições	Intensidade (% 1 RM)	Pausa (min)
Livre	1	3	6	60	3
4	2	3	6	60	3
6	3	3	6	60	3

Nos dias de treinamento, você será submetido à tricotomização (raspagem dos pêlos) nas regiões peito e braço 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 de sangue para a análise da concentração de lactato sanguíneo, após um período de repouso de 10 minutos e 1 minuto após cada uma das séries. Em todo o procedimento de retirada do sangue e tricotomização, os responsáveis pela sua coleta utilizarão materiais descartáveis e tomaram todas as medidas de biosegurança necessárias. No treinamento, também será coletada a sua percepção subjetiva de esforço, após cada série, e variáveis mecânicas (pico médio de força e potencia média por série) obtidas através de um sensor de deslocamento fixado na barra.

Ao longo dos dias de coleta, você poderá continuar realizando seu treinamento na musculação. Entretanto, seu treinamento terá de ser adaptado pelos pesquisadores responsáveis, caso não haja um período mínimo de 24 h de descanso para as musculaturas dos membros superiores 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 seu treinamento cotidiano. Além disto, a frequência com que esses eventos ocorrem em condições laboratoriais é mínima, sendo que sempre haverá pelo menos dois pesquisadores responsáveis pela suspensão da barra caso em qualquer momento você não a possa fazê-la.

A coleta do sangue no lóbulo da orelha pode causar um pequeno desconforto no momento em que é feito o furo. Mas é um procedimento seguro e bastante usado nas pesquisas da área.

Em contrapartida a sua participação na pesquisa, você irá receber 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 Hugo Cesar Martins Costa, tels. 3409-2362 / 9166-8418.

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 200__

Assinatura do voluntário: _____

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

Hugo Cesar Martins Costa
Mestrando / Pesquisador

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

ANEXO 1 – 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 002/09

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

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 27 de março de 2009, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Efeito de protocolos de treinamento com diferentes durações da repetição em variáveis fisiológicas e mecânicas**" 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.

Prof. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG