

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**EFEITO DE DIFERENTES VELOCIDADES DA AÇÃO MUSCULAR  
EXCÊNTRICA NO EXERCÍCIO SUPINO RETO NA RESPOSTA  
AGUDA DO LACTATO SANGUÍNEO E DO HORMÔNIO DO  
CRESCIMENTO EM HOMENS TREINADOS EM FORÇA**

**RAFAEL DRAMIS CALIXTO**

**PIRACICABA-SP  
2013**

**EFEITO DE DIFERENTES VELOCIDADES DA AÇÃO MUSCULAR  
EXCÊNTRICA NO EXERCÍCIO SUPINO RETO NA RESPOSTA  
AGUDA DO LACTATO SANGUÍNEO E DO HORMÔNIO DO  
CRESCIMENTO EM HOMENS TREINADOS EM FORÇA**

**RAFAEL DRAMIS CALIXTO**

**Orientadora Professora Dra.Rozangela Verlengia**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Educação Física da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Metodista de Piracicaba-UNIMEP, para obtenção do Título de Mestre em Educação Física, na área de concentração Movimento Humano, Educação e Cultura.

**PIRACICABA-SP**

**2013**

**C154e Calixto, Rafael Dramis.**

Efeito de diferentes velocidades da ação muscular excêntrica no exercício supino reto nas respostas metabólicas e hormonais em homens treinados. / Rafael Dramis Calixto. – Piracicaba, SP: [s.n.], 2012.  
52 f. ; il.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Faculdade de Ciências da Saúde /  
Programa de Pós-Graduação em Educação Física - Universidade Metodista de  
Piracicaba

Orientador: Profa. Dra.Rozangela Verlengia

1. Velocidade Excêntrica. 2. Lactato. 3. Hormônio de Crescimento. I. Verlengia,  
Rozangela II. Universidade Metodista de Piracicaba. III. Título.

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIENCIAS DA SAÚDE**

**BANCA EXAMINADORA:**

Professora Doutora Rozangela Verlengia  
Mestrado em Educação Física-FACIS  
Universidade Metodista de Piracicaba-SP

Professor Doutor Charles Ricardo Lopes  
Mestrado em Educação Física-FACIS  
Universidade Metodista de Piracicaba-SP

Professor Doutor Cleiton Augusto Libardi  
Escola de Educação Física e Esportes  
Universidade de São Paulo (USP)

**DATA: 28 de FEVEREIRO de 2013  
Piracicaba – SP**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a todas as pessoas envolvidas com o Treinamento de Força.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Luis Claudio Calixto, a minha mãe Romilda Dramis Calixto (amo vocês). Muito obrigado por vocês insistirem em meus estudos. Aos meus irmãos Renan Dramis Calixto e Luis Claudio Dramis Calixto por estarem sempre ao meu lado. As minhas avós Nair Calixto e Iracema Dramis pelos motivos de inspiração de luta e garra.

A Ana Paula Alcântara Paes (te amo), por aparecer em minha vida, e aguentar meu nervosismo ao longo deste período de estudos e trabalho.

Aos meus colegas de mestrado Tiago Batista de Carvalho, Adriano Almeida Pereira, Bruno de Souza Vespasiano, Alex Harley Crisp, Marina Crepaldi Donato, Pedro Bulgarelli, Adilson José Meneghel, pelos esforços dedicados ao nosso trabalho. Ao amigo André Katayama Yamada pelo apoio. A todos da Unifae, onde tudo começou.

Ao Charles Ricardo Lopes (Charlão) por me mostrar o verdadeiro sentido da prática do Treinamento Desportivo.

Ao Jonato Prestes por me incentivar a entrar no mundo acadêmico.

A minha parceira de viagem Bruna Junqueira.

A todos da academia Live Ginástica e Musculação.

Aos meus alunos de Personal Trainer, em especial á Claudia Carneiro, que mesmo passando por momentos complicados, me deu um belo exemplo de garra, superação e principalmente do valor dado á vida.

Agradecemos aos voluntários, os quais dedicaram valiosos períodos de tempo na realização do estudo.

A minha orientadora Rozangela Verlengia, muito obrigado por tudo.

Agradeço principalmente a Deus por me dar coragem para enfrentar as batalhas diárias.

Rafael Dramis Calixto

## RESUMO

A proposta deste estudo foi comparar o efeito de diferentes velocidades da ação muscular excêntrica sobre as concentrações do hormônio do crescimento (GH) e lactato sanguíneo pós-sessão de exercício supino horizontal com pesos livres realizados por homens treinados em força. Dezesseis indivíduos do sexo masculino foram divididos homoganeamente em relação ao teste de força máxima excêntrica em dois grupos: Velocidade Excêntrica lenta (VEL-n=8) e Velocidade Excêntrica rápida (VER-n=8). Ambos os grupos realizaram 4 séries de 8 repetições a 70% de 1 RM excêntrico (1RMexc) com 2 minutos de pausa entre as séries no exercício supino horizontal. O volume de carga foi equalizado entre os grupos. A velocidade de execução excêntrica foi realizada em 3 segundos para o grupo VEL e 0,5 segundos para o grupo VER. As concentrações séricas do hormônio de crescimento foram determinadas nos momentos pré, pós e 15 minutos após a sessão de exercício e as concentrações de lactato sanguíneo foram analisadas nos momentos pré, pós, 3, 6, 9, 15, 20, 30 minutos. Em termos estatísticos, foram empregados os testes: normalidade (Shapiro-Wilk), análise de variância com dois fatores para medidas repetidas (ANOVA two-way), post-hoc Turkey. O teste “t de Student” não pareado foi utilizado para comparar o volume total de carga entre os grupos. O nível de significância foi estabelecido em  $p \leq 0.05$ . Os dados foram expressos em média/desvio padrão (DP). A concentração do Hormônio do Crescimento aumentou ( $p < 0.05$ ) para o grupo VEL comparado com VER e em relação valor pré e no momento 15. O lactato sanguíneo aumentou ( $p < 0.05$ ) para ambos os grupos, com maiores magnitudes para o grupo VEL. A partir dos dados obtidos é possível concluir que o grupo VEL promoveu maior estresse metabólico e hormonal comparado ao grupo VER quando o volume de carga é equalizado em homens treinados em força.

**Palavras Chave:** velocidade excêntrica, lactato, hormônio de crescimento, supino horizontal.

## ABSTRACT

The proposal of this study was to compare the effects of different velocities of eccentric muscle action on the concentrations of Growth Hormone (GH) and post-exercise blood lactate in resistance-trained men at bench press with free weights. Sixteen male individuals were homogeneously divided into two groups over the maximum eccentric strength test: slow eccentric velocity (SEV-n=8), and fast eccentric velocity (FEV-n=8). Both groups performed 4 series of 8 repetitions at 70% of 1 maximum eccentric repetition (1RM<sub>ecc</sub>) with 2 minutes of rest interval between sets in bench press exercise. The volume of load was equalized between the groups. The eccentric execution velocity was performed in 3 seconds for group SEV, and 0,5 seconds for group FEV. Serum concentrations of growth hormone were determined in the pre, post, and 15 minutes post exercise and blood lactate concentrations were analyzed in the pre, post, 3, 6, 9, 15, 20, 30 minutes. In statistical terms, the following tests were used: normality (Shapiro-Wilk), analysis of variance with two factors for repeated measures (ANOVA two-way), post-hoc Turkey. The not-paired 'Student t' test was used to compare the total volume of load between the groups. The level of significance was set at  $p \leq 0.05$ . Data are expressed as mean/deviation (SD). Concentration of growth hormone increased ( $p < 0.05$ ) in group SEV compared to FEV and in its relation in comparison to pre value and in moment 15. Blood lactate increased ( $p < 0,05$ ) for both groups with great magnitude in SEV. From the data obtained, it is possible to conclude that SEV group resulted in higher metabolic and hormonal stress compared to FEV, when load volume was equalized in resistance-trained men.

**Key Words:** eccentric velocity, lactate, growth hormone, bench press.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Desenho Experimental .....	<b>35</b>
<b>FIGURA 2:</b> Lactato(mmol/L).....	<b>40</b>
<b>FIGURA 3:</b> Hormônio do Crescimento(ng/mL).....	<b>41</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1: Caracterização dos sujeitos para os grupos VEL e VER.....</b>	<b>38</b>
--	-----------

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>ATP</b>	Adenosina Trifosfato
<b>GH</b>	Hormônio do Crescimento
<b>IGF-1</b>	Fator de Crescimento Semelhante á Insulina-1
<b>LAC</b>	Lactato
<b>mmol/L</b>	Milimol por litro
<b>ng/mL</b>	Nanograma por mililitro
<b>RM</b>	Repetição Máxima
<b>1RM<sub>exc</sub></b>	1RM Excêntrico
<b>TF</b>	Treinamento de Força
<b>VEL</b>	Velocidade Excêntrica Lenta

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA .....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 .OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
2.1. Objetivo Geral.....	17
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
3.1.Treinamento de Força e ação muscular excêntrica .....	18
3.2 .Respostas do Hormônio do Crescimento e Lactato ao treinamento de força .	19
3.2.1. Efeito de diferentes protocolos de treinamento de força .....	21
3.2.2.Efeito de diferentes ações musculares sobre a concentração de Hormônio do Crescimento e Lactato.....	22
<b>4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>25</b>
<b>6. ARTIGO ORIGINAL.....</b>	<b>30</b>
6.1. Resumo.....	30
6.2. Introdução.....	31
6.3. Materiais e Métodos.....	33
6.3.1.Casuística .....	33
6.3.2. Critérios de Inclusão e exclusão.....	33

6.3.3. Desenho experimental.....	34
6.3.4. Determinação da força muscular máxima excêntrica – Teste 1RMexc	34
6.3.5. Estudo Piloto.....	35
6.3.6. Protocolo Experimental.....	35
6.3.7. Determinação do Hormônio do Crescimento.....	36
6.3.8. Determinação do Lactato Sanguíneo.....	37
<b>7. ANÁLISE ESTÁTISTICA.....</b>	<b>37</b>
<b>8. RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
8.1. Valores Antropométricos e Carga Excêntrica.....	37
8.2. Lactato sanguíneo.....	38
8.3. Hormônio do Crescimento.....	39
<b>9. DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>10. CONCLUSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>11. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>
<b>12. ANEXOS.....</b>	<b>48</b>
ANEXO 01.....	49

## 1. INTRODUÇÃO

O treinamento de força e/ou uma sessão aguda deste promove uma série de respostas agudas, dentre estas a liberação de hormônios anabólicos (entre eles o GH) e catabólicos, metabólitos das vias energéticas, como o lactato (LAC) (SMILIOS et al., 2003; AHTIAINEN et al., 2005; SMILIOS et al.,2007; RAHIMI et al.,2010).

Ambos os Hormônios anabólicos e catabólicos são liberados em resposta à alteração da homeostase do organismo resultante do protocolo de treinamento aplicado, podendo aumentar a síntese ou degradação protéica (GRANDYS et al.,2012). Por exemplo, estudos têm mostrado que as concentrações de GH aumentam significativamente imediatamente e 15 minutos após uma sessão de Treinamento de Força (TF) (SMILIOS et al.,2003; AHTIANINEN et al.,2005; SMILIOS et al.,2007;GOTO et al.,2008; RAHIMI et al .,2010).

O LAC é formado por meio da ativação da via glicolítica em resposta a atividade de alta intensidade que requerem uma maior ressíntese de ATP para o processo de contração muscular (CREWETHER, CRONIN E KEOGH, 2006). Aumento significativo de LAC sanguíneo tem sido observado após uma sessão de TF (SMILIOS et al.,2003 ; DENTON E CRONIN,2006 ; SMILIOS et al.,2007).

O controle das variáveis envolvidas nos protocolos de treinamento de força: escolha do exercício, volume, intensidade, pausa, velocidade de execução, ações musculares entre outros, representam o principal mecanismo para alterações nas respostas de GH e LAC (AHTIAINEN et al.,2005; GOTO et al.,2008; BURESH,BERG e FRENCH, 2009; RAHIMI et al.,2010). Destas, a velocidade de execução do movimento por envolver o recrutamento de unidades motoras e conseqüentemente a tensão em que o músculo é estimulado infere de forma direta nas vias de obtenção de energia, podendo promover alterações nas concentrações de GH e LAC (GOTO

et al.,2008; GOTO et al.,2009). Desta forma, parece que a demanda metabólica do protocolo de treinamento de força pode ser importante para resposta hormonal aguda de GH (SMILIOS et al.,2003). Assim como a velocidade de movimento, ações musculares excêntricas podem modular as respostas de GH e LAC (DURAND et al.,2003).

Ações musculares excêntricas ocorrem frequentemente em atividades diárias e em competições atléticas (ENOKA, 1996). São caracterizadas pela habilidade de ativar altos níveis de força muscular (ENOKA, 1996), bem como respostas similares nas concentrações de GH em comparação com ações musculares concêntricas sob a mesma carga relativa (KRAMER et al.,2006).

Na prática rotineira de treinamento de força, a intensidade para ações musculares concêntricas/excêntricas tem sido frequentemente prescritas por percentuais de 1 RM concêntrico, conforme pode ser observado em diversos estudos (DURAND et al.,2003; SMILIOS et al.,2007; RAHIMI et al.,2010; HEADLEY et al., 2011)

Entretanto, Hollander et al., (2007) demonstraram que uma ação muscular excêntrica máxima (1RMexc) apresenta maior capacidade na produção de força (20-60%) quando comparado com uma ação muscular concêntrica máxima em homens experientes em treinamentos de força. Portanto, os valores de intensidade na fase excêntrica podem estar sendo prescritas com cargas máximas ou submáximas.

Para nosso conhecimento, o experimento de KRAMER et al., (2006), foi o primeiro a estudar a respostas do GH frente a ação muscular excêntrica máxima de forma isolada com intensidade prescrita através de teste 1RMexc. No entanto, tal fato ainda não foi testado com diferentes velocidades de execução.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes velocidades de ações musculares excêntricas sobre as concentrações de GH e LAC no exercício supino horizontal com o mesmo percentual de carga. Como estudos anteriores têm documentado que movimentos lentos parecem promover maiores respostas hormonais e metabólicas (GOTO et al.,2008; GOTO et al.,2009), nossa hipótese foi que o grupo VEL poderia induzir maior estresse metabólico em comparação com o grupo VER.

## **2. OBJETIVOS**

### ***2.1 Objetivo Geral***

Analisar o efeito da velocidade da ação muscular excêntrica rápida e lenta de forma isolada no exercício supino horizontal sobre as concentrações de GH e LAC em homens experientes em treinamento de força.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Treinamento de força e ação muscular excêntrica

Professores e preparadores físicos frequentemente manipulam uma série de variáveis ao estruturar um programa de treinamento de força (HEADLEY et al., 2011). Dentre as variáveis estão a manipulação da velocidade de ações musculares (HEADLEY et al., 2011), sendo tipicamente compostas de ações musculares concêntricas (encurtamento muscular) e excêntricas (alongamento muscular) (HUBAL; RUBINSTEIN e CLARKSON, 2008). Normalmente o tempo de execução selecionado é de 2/0/2 (dois segundos para fase concêntrica e dois segundos para fase excêntrica e 2/0/4 (dois segundos para fase concêntrica e quatro segundos para fase excêntrica (HEADLEY et al., 2011).

Dentre estes componentes, o excêntrico envolve contrações musculares contra uma carga maior do que o torque exercido pelo grupo muscular ativado (GUILHERM et al., 2010). A carga mecânica aplicada ao segmento mobilizado durante o exercício excêntrico envolve o alongamento dos componentes elásticos do complexo músculo-tendíneo que absorve energia mecânica (GUILHERM et al., 2010). Esta energia é dissipada na forma de calor ou armazenada como energia potencial elástica, e pode ser subsequentemente recuperada (GUILHERM et al., 2010). Este comportamento mecânico resulta em aumento nos níveis de força (ENOKA, 1996). Fato observado no estudo de HOLLANDER et al., (2007) que demonstrou que ação muscular excêntrica máxima apresenta uma maior capacidade na produção de força (20-60%) em comparação com ação muscular concêntrica máxima.

Em programas típicos de treinamento de força, o percentual de carga escolhido é baseado em teste 1 RM concêntrico (SMILIOS et al., 2007; RAHIMI et al., 2010), portanto, a fase excêntrica durante a execução em um exercício de TF pode estar sendo realizada com intensidade submáxima. Neste contexto, o estudo de DURAND et al.,(2003) demonstrou que ação muscular excêntrica isolada realizada com percentual de carga estabelecido por teste de 1 RM concêntrico apresenta menor resposta hormonal em comparação com ação muscular concêntrica com mesmo percentual de carga. Em contrapartida, o estudo de KRAEMER et al., (2006) apresentou respostas hormonais similares entre ações musculares concêntricas e excêntricas com percentual de carga determinado por testes de 1RM concêntrico e excêntrico, respectivamente. Desta forma, a magnitude da resposta hormonal é dependente da magnitude da carga excêntrica.

### **3.2 Respostas do Hormônio do Crescimento e Concentração de Lactato Sanguíneo ao Treinamento de Força.**

GH ou somatotropina é um hormônio peptídeo produzido e secretado principalmente por células somatotróficas da hipófise anterior (Glândula Pituitária), um potente hormônio anabólico que pode influenciar o crescimento do tecido muscular (CREWETHER et al., 2006; VELLOSO, 2008). A secreção deste peptídeo ocorre de forma pulsátil, sendo regulada por hormônios hipotalâmicos (VELLOSO, 2008), com maiores secreções ocorrendo durante o sono (SCHOENFELD, 2010). O GH atua no metabolismo de gordura, mobilizando triglicerídeos e estimulando a síntese protéica (HOFFMAN et al.,2009).

O efeito do nível de treinamento sobre as concentrações de GH tem sido estudado, porém os dados oscilam entre os estudos (CREWETHER et al.,2006;

MCMILLAN et al.,2003; KRAEMER et al.,1998 e KRAEMER et al.,1999 ). Maiores respostas de GH foram observadas para indivíduos inexperientes em treinamento de força em comparação com indivíduos experientes, cada grupo realizou uma sessão de treinamento para membros inferiores (MCMILLAN et al.,2003). Por outro lado, estudos de KRAEMER et al.,1998; KRAEMER et al.,1999 observaram menores respostas de GH em indivíduos do sexo masculino inexperientes em treinamento de força após 8 e 10 semanas de treinamento, respectivamente.

Por outro lado, os estudos de TAYLOR et al.,2000 e RUBIN et al., 2005 demonstraram maiores concentrações de GH em indivíduos experientes do que inexperientes em TF.

A variabilidade observada nos estudos acima pode ser explicada por fatores relacionados ao protocolo de treinamento aplicado (intervalo, tipo, periodização), idade, sexo, bem como a variabilidade entre indivíduos (CREWETHER et al.,2006),limitando conclusões em relação ao efeito da experiência em TF sobre respostas hormonais.

Durante atividades de alta intensidade, as concentrações de ATP intramuscular são ressintetizado pela vias anaeróbias alática (fosfocreatina) e láctica (glicose/glicogênio) (CREWETHER, CRONIN e KEOGH, 2006). Mais especificamente, em relação a via glicolítica, dependendo da intensidade e duração do exercício, observa-se o aumento da concentração do lactato no sangue, o qual é transportado por proteínas específicas (transportadores de monocarboxilatos, MCTs) presentes na membrana das células musculares para o meio extra celular; podendo ser captado por outros tecidos (fígado, músculo cardíaco e entre outros), atuando como fonte energética por meio da oxidação (CREWETHER; CRONIN E KEOGH, 2006; JUEL, 2001; BONNEN et al.,2000).

### **3.2.1 Efeito de diferentes protocolos de Treinamento de força.**

As variáveis de treinamento que podem ser manipuladas com o objetivo de potencializar o programa de treinamento incluem: o número de séries realizado por exercício, de repetições por série, de exercícios realizados, quantidade de exercícios realizados por sessões de treinamento, períodos de intervalos entre séries e exercícios, resistência aplicada por série, tipo de ação muscular envolvida (excêntrica, concêntrica ou isométrica), e o número de sessões de treinamento por dia e por semana (FLECK, 1999; IDE et al., 2012).

O estudo de SMILIOS et al., (2003) manipulou parte das variáveis supracitadas por meio da aplicação de três protocolos de TF (Força Máxima, Hipertrofia Muscular e Resistência muscular Localizada) com o objetivo de avaliar as concentrações de GH, Cortisol, Testosterona e LAC entre protocolos e a influência de diferentes números de séries (2, 4, 6) por meio de cada protocolo aplicado. No que diz respeito ao GH e LAC, ambos os protocolos Hipertrofia e Resistência muscular localizada, apresentaram maiores concentrações do que o protocolo Força Máxima, sendo o grupo Resistência muscular localizada o que apresentou maiores alterações. Os autores estabelecem que o aumento apresentado pelo grupo Resistência Muscular Localizada pode ser explicado através do metabolismo glicolítico como observado pelas concentrações de Lactato.

GOTO et al., (2004) demonstraram que a adição de uma série consistindo de 25-35 repetições em programa convencional de treinamento de força promoveu aumentos nas concentrações de GH, área de secção transversa. Por outro lado o treinamento de força convencional sozinho (3 séries de 3-5 RM) não resultou em aumento na área de secção transversa. Os autores sugerem que estes resultados podem representar uma nova estratégia para a prescrição de exercício durante a

fase de adaptação neural (período força máxima) em programa de treinamento periodizado.

### **3.2.2 Efeito de diferentes ações musculares sobre as concentrações do Hormônio do Crescimento e Lactato sanguíneo.**

Em um estudo realizado por DURAND et al., (2003) foi possível comparar respostas hormonais em ações musculares concêntricas e excêntricas realizadas de forma isolada. Foram selecionados 4 exercícios, dois para membros superiores e dois para membros inferiores, representando uma prescrição típica de TF comumente utilizada, incluindo pesos livres e máquinas. Foram realizadas 4 séries de 12 repetições a 80 % de 10 RM, com um intervalo de 90 segundos entre séries e exercícios. Todas as repetições foram realizadas ao ritmo de um metrônomo, o peso foi levantado em dois segundos para ação muscular concêntrica e abaixado em dois segundos para ação muscular excêntrica. Como resultado, o grupo concêntrico apresentou aumentos significativos para GH e LAC em comparação com o grupo somente excêntrico. Em conclusão, os autores estabelecem que ações musculares concêntricas aumentam as concentrações de GH em uma extensão maior do que ações musculares excêntricas com a mesma carga absoluta, possivelmente devido ao maior recrutamento de unidades motoras, maior gasto de ATP em comparação com ações musculares excêntricas. Além deste fator, outra possibilidade foi à maior carga relativa para ações musculares concêntricas.

Por outro lado, no estudo de KRAMER et al., (2006) 7 homens jovens experientes em treinamento de força completaram dois protocolos envolvendo ações musculares concêntricas e excêntricas isoladas em sessões separadas com a mesma carga relativa. Foram realizados 4 séries de 10 repetições a 65 % de 1RM

concêntrico ou excêntrico com 90 segundos de intervalo entre séries e exercícios. Ambos GH e LAC foram avaliados imediatamente antes, pós e 15 minutos após a sessão de exercício. Como o resultado o exercício concêntrico apresentou aumentos significativos para o lactato em relação ao excêntrico nos momentos pós e 15 minutos após a realização do protocolo de treino. Para o GH não houve diferença significativa entre grupos. Segundo os autores, estes dados sugerem que ações musculares excêntricas quando realizados com percentual de carga através de teste de específico (teste de 1RM excêntrico) são capazes de produzir aumentos similares de GH em comparação com ações musculares concêntricas.

Na mesma linha de investigação, GOTO et al., (2008) avaliaram exercícios de TF realizados com baixa e alta intensidade com diferentes velocidades de execução para ações musculares concêntricas e excêntricas sobre as concentrações de GH. Após a realização de diferentes protocolos, observou-se que ações musculares concêntricas e excêntricas realizados com baixa intensidade e velocidade de execução lenta apresentam maiores respostas para GH do que ações musculares concêntricas e excêntricas realizadas com alta intensidade e velocidade de execução rápida. Posteriormente, GOTO et. al., (2009) analisaram as repostas hormonais em exercício com movimentos lentos envolvendo as ações musculares concêntricas e excêntricas. As concentrações de GH e LAC aumentaram significativamente após três tentativas com movimentos lentos comparados com o movimento rápido. Os achados em ambos os estudos (GOTO et al., 2008; GOTO et al., 2009) sugerem que o aumento da duração da repetição, fato que resulta no aumento do tempo sob tensão é um fator importante para estimular aumentos nas concentrações de GH e LAC.

#### **4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

Os dados da presente dissertação serão apresentados no formato de artigo científico original intitulado “Efeito da Velocidade Excêntrica no Exercício de Supino Horizontal sobre a Resposta Aguda do Lactato Sanguíneo e Hormônio de Crescimento em Homens Treinados em Força”. O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Metodista de Piracicaba, sob o número de protocolo: 21/11 (anexo 01).

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS \*

AHTIAINEN, J.; PAKARINEN, A.; MARKKU, A.; KRAEMER, W.J.; HAKKINEN, K. Short Vs Long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained man. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.3, p.566-571, 2005.

BONEN, A.; MISKOVIC, D.; TONOUCI, M.; LEMIEUX, K.; WILSON, M.C.; MARETTE, A.; HALESTRAP, A.P. Abundance and Subcellular distribution of MCT1 and MCT4 in heart and fast-twitch skeletal muscles. **American Journal Physiology Endocrinology Metabolism**, v.278, p.1067-1077, 2000.

BURESH, R.; BERG, K.; FRENCH, J. The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength and hypertrophy with training. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.23, n.1, p.62-71, 2009.

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

CREWETHER, B.; KEOGH, J.; CRONIN, J.; COOK, C. Possible stimuli for strength and power adaptation: Acute hormonal responses. **Sports Medicine**, v.36, n.3, p. 215-238, 2006.

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

DURAND, J. R.; CASTRACANE, D.; HOLLANDER, B.D.; TRYNIECKI, L.J.; BAMMAN, M.M.; O'NEAL, S.; HEBBERT, P.E.; KRAEMER, R.R. Hormonal responses concentric and eccentric muscle contractions. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, p.937-943, 2003.

ENOKA, R.M. Eccentric Contractions require unique activation strategies by the nervous system. **Journal Applied Physiology**, v.81, p.2339-2346, 1996.

---

\* De acordo com: Associação Brasileira de Normas Técnicas. NORMA NBR 14724/2002.

FLECK, S.J. Periodized strength training: A Critical review. **Journal Strength and Conditioning Research**, v.13, n.1, p.82-89, 1999.

GOTO, K.; ISHII, N.; KIZUCA, 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.

GOTO, K.; NAGASAWA, M.; YANAGISAWA, O.; KIZULA, T.; ISHII, N.; TAKAMATSU, K. Muscular adaptations to combinations of high-and low-intensity resistance exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.4, p. 730-737, 2004.

GOTO, K.; TAKAHASHI, K.; YAMAMOTO, M.; TAKAMATSU, K. Hormone and recovery responses to resistance exercise with slow movement **.Journal Physiological Sciences**, v.58,n.1, 2008.

GRANDYS, M.; MAJERCZAK, J.; KARASINSKI, J.; KULPA, J.; ZOLADZ, J.A.; Skeletal muscle myosin heavy chain isoform content in relation to gonadal hormones and anabolic-catabolic balance untrained and untrained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.12, p.3262-3269, 2012.

GUILHERM, G.; CORNU, C.; NORDEZ, A.; GUÉVEL, A. A. New device to study isoload eccentric exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research** v.24, n.12, p.3476-3483, 2010.

HEADLEY, S.A.; HENRY, K.; NINDL, B.C.; THOMPSON, B.A.; KRAEMER, W.J.; JONES, M.T. Effects of lifting tempo on the repetition maximum and hormonal responses to a Bench Press protocol. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.2, p. 406-413, 2011.

HOLLANDER, D.B.; KRAEMER, R.R.; KILPATRICK, W.M.; RAMADAN, G.Z.; REEVES, V.G.; FRANCOIS, M.; HEBERT, P.E.; TEYNIECKI, L.J. Eccentric and concentric strength discrepancies between young men and women for dynamic

resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.1, p. 34-40, 2007.

HUBAL, M.J.; RUBINSTEIN, S.R.; CLARKSON, P.M.; Muscle Function in Men and Women During Maximal Eccentric Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.4, p. 1332-1338, 2008.

IDE, N.B.; LEME, T.C.F.; LOPES, R.C.; MOREIRA, A.; DECHECHI, J.C.; SARRAIPA F.M.; DA MOTA, R.G.; BREZIKOFER, R.; MACEDO, V.D. Time course of strength and power recovery after resistance training with different movement velocities. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.7, p. 2025-2033, 2011.

JUEL, C. Current aspects of lactate exchange: lactate/H<sup>+</sup> transport in human skeletal muscle. **European Journal Applied Physiology**, v.86, p. 12-16, 2001.

KRAEMER, W.J.; HAKKINEN, K.; NEWTON, R.U.; NINDL, B.C.; VOLEK, J.S.; MCCORMICK, M.; GOTSHALK, A.; GORDON, S.E.; FLECK, S.J.; CAMPBELL, W.W.; PUTUKIAN, M.; EVANS, W.J.; Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. **Journal Applied Physiology**, v.87, n.3, p.982-992, 1999.

KRAMER, R.R.; HOLLANDER, B.D.; REEVES, U.G.; FRANCOIS, M.; RAMADAN G.Z.; TRYNIECKI, L.J.; HEBERT, P.E.; CASTRACANE, D.V. Similar hormone responses to concentric and eccentric muscle actions using relative loading. **European Journal Applied Physiology**, v.96, p. 551-557, 2006.

KRAEMER, W.J.; STARON, R.S.; HAGERMAN, F.C.; HIKIDA, R.S.; FRY, A.C.; GORDON, S.E.; NINDL, B.C.; GOTSHALK, L.A.; VOLEK, J.S.; MARX, J.O.; NEWTON, R.U.; HAKKINEN, K. The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. **European Journal Applied Physiology**, v.78, p. 69-76, 1998.

MCMILLAN, J.L.; STONE, M.H.; SARTIN, J.; KEITH, R.; MARPLE, D.; BROWN, L.T.; LEWIS, D. 20 hour physiological responses to a single weight-training session. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.7, n.1, p. 9-27, 1993.

RAHIMI, R.; QADERI, M.; FARAJI, H.; BOROUJERDI, S.S. Effects of very short rest periods on hormonal responses to resistance exercise in men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.7, p. 1851-1859, 2010.

RUBIN, M.R.; KRAMER, W.J.; MARESH, C.M.; VOLEK, J.S.; RATAMESS, N.A.; VANHEEST, J.L.; SILVESTRE, R.; FRENCH, D.N.; SHARMAN, M.J.; JUDELSON, D.A.; GÓMEZ, A.L.; VESCOVI, J.D.; HYMER, W.C. High-affinity growth hormone binding protein and acute heavy resistance exercise. **Medicine Science in Sports exercise**, v.37, n.3, p.395-403, 2005.

SCHOENFELD, B.J. The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.10, p. 2857-2872, 2010.

SMILIOS, I.; PILLIANIDIS, T.; KARAMPOUZIS, M.; PARLAVANTZAS, A.; TOKMAKIDIS, S.P. Hormonal Responses after a Strength Endurance Resistance Exercise Protocol in Young and Elderly Males. **International Journal Sports Medicine**, v.28, p. 401-406, 2007.

SMILIOS, I.; PILLIANIDES, T.; KARAMOUZIS, M.; TOKMAKIDES, S. Hormones responses after various resistance exercise protocols. **Physiology Fitness and Performance**, p.644-654, 2003.

TAYLOR, J.M.; THOMPSON, H.S.; CLARKSON, P.M.; MILES, M.P.; SOUZA, M.J. Growth hormone response to an acute bout of resistance exercise in weight-trained and no weight-trained women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.14, n.2, p. 220-227, 2000.

VELLOSO, C.P. Regulation of muscle mass by growth hormone and IGF-1. **British Journal of Pharmacology**, v.154, p. 557-568, 2008.

YARROW, J.F.; BORSA, P.A.; BORST, S.E.; SITREN, H.S.; STEVENS, B.R.; WHITE, L.J. Early-phase neuroendocrine responses and strength adaptations following eccentric-enhanced resistance training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.4, p.1205-1214, 2008.

## 6. ARTIGO ORIGINAL

### **Efeito da Velocidade Excêntrica no Exercício de Supino Horizontal sobre a Resposta Aguda do Lactato Sanguíneo e Hormônio de Crescimento em Homens Treinados em Força.**

#### **6.1. Resumo**

O presente estudo teve como objetivo comparar o efeito de diferentes velocidades da ação muscular excêntrica sobre as concentrações de lactato sanguíneo e hormônio de crescimento (GH) pós-sessão de exercício supino horizontal com pesos livres realizado por homens treinados em força. Dezesesseis homens foram divididos em dois grupos: velocidade excêntrica rápida (VER –  $n=8$ ) e velocidade excêntrica lenta (VEL –  $n=8$ ). Ambos os grupos realizaram 4 séries de 8 repetições excêntricas na intensidade de 70% do teste de uma repetição máxima excêntrica (1RMexc), com 2 minutos de intervalo de recuperação entre as séries no exercício supino horizontal. A velocidade excêntrica foi controlada em 3 segundos em toda amplitude de movimento para o grupo VEL e 0,5 para o grupo VER. Foram observadas diferenças significativas ( $P<0.05$ ) sob a cinética de remoção lactato sanguíneo (3, 6, 9, 15 e 20 minutos) e superiores valores nas concentrações do lactato sanguíneo pico ( $P<0.05$ ) para grupo VEL. Em adição, as concentrações séricas de GH foram significativamente maiores ( $P<0.05$ ) 15 minutos pós-exercício para o grupo VEL. Em conclusão, a velocidade de ação muscular excêntrica influencia a resposta aguda pós-sessão de exercício no supino horizontal realizado por homens treinados, com a velocidade lenta induzindo maior estresse metabólico e resposta hormonal.

**Palavras chaves:** velocidade excêntrica, lactato, hormônio de crescimento, supino horizontal.

## 6.2. INTRODUÇÃO

Contrações musculares excêntricas e concêntricas realizadas com a mesma carga absoluta é um método utilizado pela maioria dos estudos que analisam a resposta hormonal aguda em protocolos de treinamento de força (Kraemer et al., 1990; Smilios et al., 2003; McCaulley et al., 2009). Em adição, observa-se que respostas do hormônio do crescimento (GH) e lactato sanguíneo são influenciadas pela manipulação das variáveis, dentre estas o intervalo de recuperação entre séries (Bottaro et al., 2009; Burech; Berg; French, 2009; Rahimi et al., 2010), volume (Mulligan et al., 1996; Gotshalk et al., 1997; Leite et al., 2011), intensidade (Raastad; Bjørø; Hallén, (2000) e velocidade de movimento (Goto et al., 2008; Goto et al., 2009). Assim como a velocidade de movimento, ações musculares excêntricas podem modular as respostas de GH e lactato sanguíneo (Kramer et al., 2006). Nesse sentido, Durand et al., (2003) comparou a resposta hormonal entre as ações musculares excêntricas e concêntricas pós-sessão de exercício com a mesma carga absoluta (80% 1RM). Os resultados revelaram que a sessão de exercício concêntrico induziu maiores concentrações do GH comparado com a sessão de exercício excêntrico.

Contudo, resultados a partir de estudos sobre ações musculares excêntricas, demonstraram menores demanda metabólica, recrutamento de unidades motoras e maior capacidade de produção de força muscular em comparação com as ações musculares concêntricas (Enoka, 1996; Hollander et al., 2007; Roig et al., 2010). Assim, a intensidade relativa da carga é reduzida para ações musculares excêntricas, quando são empregados exercícios tradicionais com carga constante.

A prescrição da intensidade em exercícios com pesos livres é frequentemente definida pelo teste de uma repetição máxima (1RM); método que envolve a aplicação da carga máxima para realização de uma única contração muscular dinâmica (excêntrica e concêntrica) (Fry, 2004). Portanto, na prática de sessões de exercício excêntrico, os valores de intensidade variam entre 100 e 130% do teste de 1RM (Ben-Sira et al., 1995; Smith et al., 2000; Ojasto; Hakkinen, 2009) com objetivo de aumentar a sobrecarga e o estímulo agudo para as ações musculares excêntricas. Nesse contexto, quando a carga relativa entre as ações musculares excêntricas (120% 1RM) e concêntricas (65% 1RM) são equalizados, observa-se resposta similar do GH pós-sessão de exercício (Kraemer et al., 2006).

Com o propósito de investigar a discrepância na produção de força entre ações musculares em exercícios convencionais do treinamento de força (Hollander et al., 2007) avaliou a força muscular máxima usando os testes de repetição máxima excêntrica (1RM<sub>exc</sub>) e 1RM concêntrico e, observou 20-60% maior capacidade de produção de força para ação muscular excêntrica comparado com a ação muscular concêntrica, dependendo do exercício avaliado em homens treinados. Portanto, é importante individualizar a ação muscular excêntrica para a prescrição das sessões de exercício excêntrico com pesos livres, com o objetivo de determinar a intensidade mais precisamente.

Portanto, o objetivo do presente estudo, foi avaliar o efeito de diferentes velocidades da ação muscular excêntrica prescritas pelo teste de 1RM<sub>exc</sub> sobre a resposta aguda das concentrações de lactato sanguíneo e GH pós-sessão de exercício supino horizontal com pesos livres realizado por homens treinados. Conforme estudos prévios têm documentado que contrações musculares concêntricas lentas podem promover maiores respostas metabólicas e hormonais

agudas (Goto et al. 2008; Goto et al. 2009), nossa hipótese inicial foi que a velocidade excêntrica lenta poderia induzir maiores concentrações de lactato sanguíneo e GH sérico quando comparado com a ação muscular excêntrica rápida.

### **6.3. MATERIAS E MÉTODOS**

#### **6.3.1. Casuística**

Participaram deste estudo 16 homens jovens saudáveis e experientes no treinamento de força. Os sujeitos foram homogeneamente divididos em relação ao teste de força máxima excêntrica em dois grupos ( $n=8$ , para cada grupo): velocidade excêntrica lenta (VEL) e velocidade excêntrica rápida (VER). Todos os voluntários foram informados sobre todo o procedimento experimental, bem como o objetivo detalhado do estudo e assinaram o *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido*. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Metodista de Piracicaba – SP – Brasil.

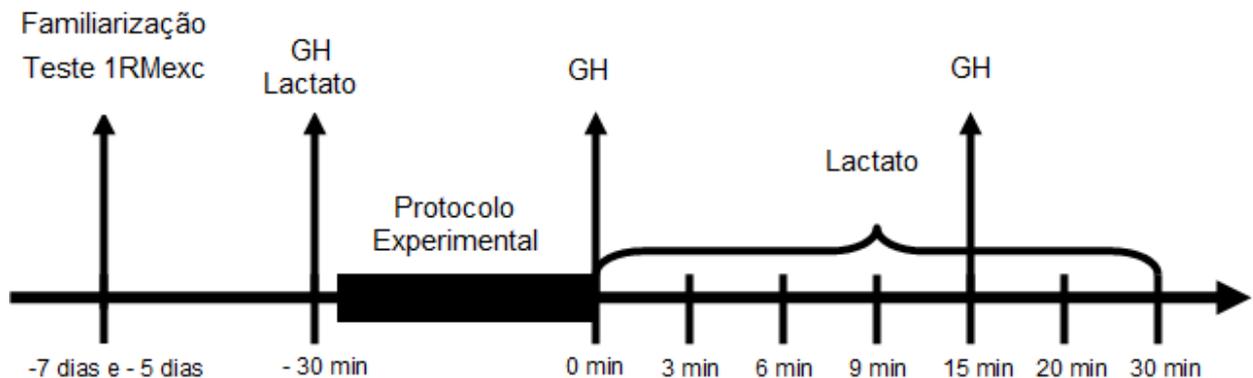
#### **6.3.2. Critérios de inclusão e exclusão**

Os critérios de inclusão foram: (a) ter no mínimo de um ano de experiência no treinamento de força; (b) realizar sessões de exercício de força com frequência  $\geq 4$  vezes por semana; (c) ser familiarizado com o exercício supino horizontal; (d) ter altura entre 1,70 a 1,80 metros, com objetivo de assegurar envergaduras similares entre os indivíduos.

Os critérios de exclusão foram: (a) não ter sofrido nenhuma lesão que possa interferir no estudo; (b) não fazer uso de suplementos que contém creatina (c) não fazer uso de medicamentos e esteróides anabolizantes.

### 6.3.3. Desenho Experimental

Uma semana antes da realização do estudo, cada voluntário visitou o laboratório em duas ocasiões antes da realização do protocolo experimental com intervalo de 48 horas. No primeiro encontro, cada voluntário foi familiarizado com a velocidade de execução e ação muscular excêntrica no exercício supino horizontal. No segundo encontro, cada voluntário realizou o teste 1RMexc para a determinação da intensidade do protocolo experimental. Cinco dias após, o protocolo experimental foi realizado. A concentração do GH sérico foi avaliada: pré (antes do exercício), 0 e 15 minutos (imediatamente após do exercício). O lactato sanguíneo foi avaliado: pré, 0, 3, 6, 9, 15, 20 e 30 minutos após o exercício. Todos os indivíduos foram verbalmente encorajados a fazer esforços máximos durante o teste e protocolo experimental. Todas as análises experimentais foram realizadas entre 7h 00min - 09h 00min. A Figura 1 ilustra o desenho experimental do estudo.



**Figura 1:** Diagrama esquemático do desenho experimental do estudo. Legenda: GH: Hormônio do Crescimento; 1RMexc: uma repetição máxima excêntrica.

### 6.3.4. Determinação da força muscular máxima excêntrica - Teste

#### 1RMexc

A determinação da força muscular máxima excêntrica foi avaliada no exercício supino horizontal pelo teste 1RMexc, de acordo com os procedimentos

descritos por Hollander et al.,2007. Resumidamente, os voluntários realizavam um aquecimento de 2 a 3 séries de 5 a 10 repetições com 40-60% do 1RM estimado, antes da execução do protocolo. Após 3 minutos de intervalo de recuperação, uma única ação muscular excêntrica foi realizada para determinar a carga máxima para correta execução de movimento. Em caso de falha, a carga era ajustada ~10% para as tentativas subsequentes. A determinação do 1RMexc foi realizada em uma cadência de 3 segundos (Hollander et al.,2007) para a totalidade da amplitude de movimento, com número máximo de 5 tentativas, com intervalos de 3-5 minutos entre estas. Todos os voluntários foram fortemente encorajados verbalmente a realizar esforços máximos durante a realização dos testes.

#### **6.3.5. Estudo Piloto**

Com o objetivo de determinar a intensidade (% de 1RMexc), velocidade de execução excêntrica e intervalo de recuperação entre as séries, um estudo piloto foi realizado. Foram realizados 3 encontros, a partir de dois parâmetros fixos: 4 séries de 8 repetições. Todos os participantes possuíam as mesmas características físicas dos participantes do estudo. O controle das variáveis supracitadas foi de extrema importância para determinação do protocolo de treinamento (material e métodos item protocolo experimental).

#### **6.3.6. Protocolo Experimental**

O protocolo experimental consistiu apenas da execução da fase excêntrica do movimento no exercício supino horizontal (peso livre), que foi realizado em regime de 4 séries de 8 repetições excêntricas a 70% do teste de 1RMexc e 2 minutos de intervalo de recuperação entre as séries. O movimento inicial começou com os voluntários posicionados com os cotovelos estendidos segurando a barra, e após um

sinal verbal de partida, os participantes do grupo VEL e VER iniciava o movimento excêntrico em 3 e 0,5 segundos, respectivamente. A barra foi levantada para a posição inicial do exercício excêntrico no intervalo de 2 segundos para ambos os grupos com o auxílio de dois assistentes. A velocidade de execução de movimento foi baseada nos estudos que investigam a influência da velocidade da ação muscular excêntrica em dinamômetros isocinéticos (razão de tempo 6:1, semelhantes aos estudos de Newton et al. 2006; Chapman et al., 2006). Um metrônomo, fixado em 60 e 120 batimentos por minuto para os grupos VEL e VER, respectivamente, para controlar a velocidade de movimento, foi empregado. Em adição, a cadência de movimento foi também controlada por meio de instruções verbais simultâneas.

#### **6.3.7. Determinação do Hormônio do Crescimento**

Após 24 horas sem prática de exercícios físicos, os voluntários chegaram ao laboratório e descansaram por 30 minutos antes da primeira coleta de sangue. As amostras de sangue foram obtidas por punção venosa com tubos secos a vácuo (Becton e Dickinson, Juiz de Fora, Brasil), e foram deixadas a coagular durante 30 minutos. O soro foi separado por centrifugação a 2000 rpm durante 20 minutos a 4°C e armazenado a -70°C para posterior análise. As concentrações do GH no soro foram determinadas pelo método imunométrico quimioluminescente utilizando um kit disponível comercialmente (Access hGH kit; Beckman Coulter, EUA) e equipamento automatizado Unicel DXL 800 (Beckman Coulter, USA). O valor de referência normal para as concentrações do GH no soro utilizando este método é de 0.02-0.97 ng/mL (dados fornecidos pelo fabricante). O coeficiente de variação intra-ensaio foi <5%.

### **6.3.8. Determinação do Lactato Sanguíneo**

Amostras de sangue (25 µL) foram coletadas das pontas dos dedos, por meio de capilares heparinizado previamente calibrados e transferidos para microtúbulos de 1,5 mL, contendo 50 µL de solução fluoreto de sódio a 1%. Em seguida, as amostras foram armazenadas a -70°C. A análise do lactato foi realizada por meio do analisador eletroenzimático (YSL 1500 SPORT, Yellow Springs Inc., EUA). As concentrações de lactato no sangue estão expressas em mM.

## **7. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Inicialmente, foi realizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk. Em seguida, foi realizado o teste de análise de variância com dois fatores para medidas repetidas (ANOVA *two-way*) seguido do teste *post-hoc* de Bonferroni para as comparações das concentrações do lactato sanguíneo e GH. O teste “t de Student” não pareado foi utilizado para as outras comparações entre grupos. O nível de significância foi estabelecido em  $P \leq 0.05$ . Os dados estão expressos como média  $\pm$  erro padrão da média (EPM). Para análise de dados foi utilizado o programa GraphPad Prism 5 (Graph Pad Inc., San Diego, CA, USA).

## **8. RESULTADOS**

### **8.1. Valores Antropométricos e Carga Excêntrica**

As características descritivas dos voluntários estão apresentadas na tabela 1. Não foi indicado haver diferenças estatísticas entre os grupos (VEL e VER) para massa corporal ( $P = 0.42$ ), altura ( $P = 0.28$ ), percentual de gordura ( $P=0.61$ ) e

experiência com o treinamento ( $P = 0.54$ ). Por outro lado, diferença significativa foi observada em relação à idade ( $P = 0.02$ ).

Tabela 1. Características antropométricas e experiência de treinamento. Valores expressos em média  $\pm$  EPM.

Grupo	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (cm)	Gordura corporal (%)	Experiência treinamento
VLR ( $n = 8$ )	26.5 $\pm$ 0.6	76.3 $\pm$ 2.6	175.3 $\pm$ 0.8	15.6 $\pm$ 2.7	5.6 $\pm$ 1.2
VEL ( $n = 8$ )	23.6 $\pm$ 0.4	81.0 $\pm$ 4.1	176.2 $\pm$ 1.2	13.0 $\pm$ 2.1	4.8 $\pm$ 0.86

**Legenda:** VEL = velocidade excêntrica lenta; VER = velocidade excêntrica rápida.

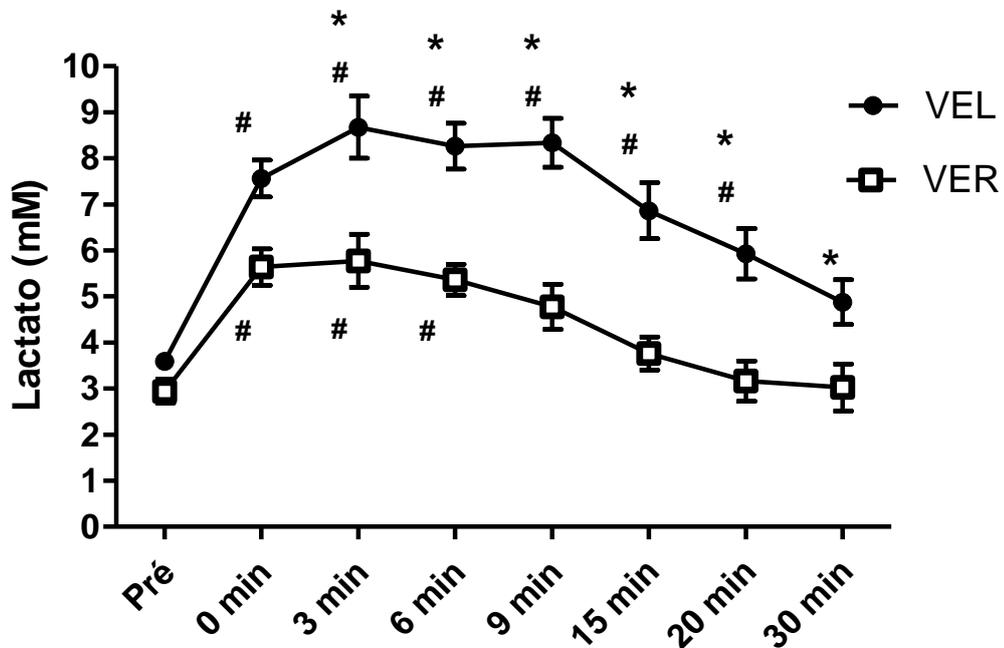
Os valores basais para os testes de 1RMexc foram de 120,8  $\pm$  6,1 kg para o grupo VEL e 132,2  $\pm$  7,7 kg para o grupo VER; indicando não haver diferença significativa ( $P = 0.26$ ) entre grupos. A carga empregada para a realização do exercício supino horizontal (70% de 1RMexc) foi de 84,5  $\pm$  4,3 kg e 92,6  $\pm$  5,4 kg para os grupos VEL e VER, respectivamente. Todos os voluntários foram capazes de completar o exercício proposto (4 séries de 8 repetições) e o volume total de carga levantada (séries x repetições x carga [kg]) foi similar entre os grupos ( $P = 0.26$ ), com valores médios de 2704,8  $\pm$  137,3 kg para o grupo VEL e 2962,4  $\pm$  171,9 kg para o grupo VER.

## 8.2. Lactato Sanguíneo

Para o grupo VEL foi observada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nas concentrações do lactato sanguíneo nos períodos: 0, 3, 9, 15 e 20 minutos após o exercício, quando comparados com os valores pré. Enquanto, o grupo VER mostrou

diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) nos valores do lactato sanguíneo apenas nos períodos: 0, 3 e 6 minutos pós-sessão de exercício.

Os resultados da cinética de remoção do lactato sanguíneo indicam valores significativamente superiores ( $P < 0.001$ ) para o grupo VEL quando comparado com o grupo VER nos tempos 3, 6, 9, 15 e 20 minutos pós-sessão de exercício (Figura 1). Em adição, diferenças significativas ( $P = 0.001$ ) foram observadas nos valores do lactato sanguíneo pico entre os grupos, com valores médios de  $9.1 \pm 0.5$  mM para VEL e  $6.1 \pm 0.4$  mM para o VER.

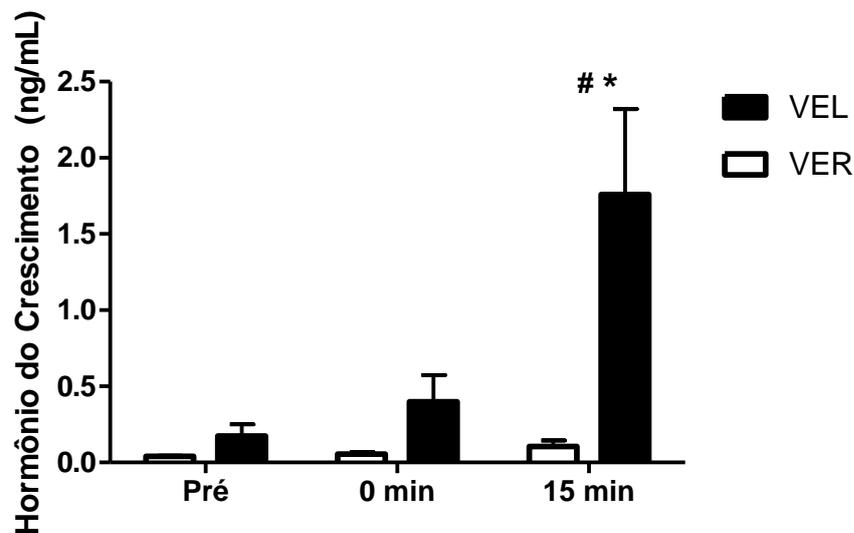


**Figura 2:** Dados expressos como média  $\pm$  erro padrão da média para a concentração lactato sanguíneo (mM) nos momentos: pré; pós (imediatamente); 3; 6; 9; 15; 20 e 30 minutos pós-sessão de exercício para o grupo: velocidade excêntrica lenta (VEL) e velocidade excêntrica rápida (VER). # diferença significativa ( $P < 0.05$ ) em relação ao valor pré. \* diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre grupos.

### 8.3. Hormônio do crescimento

Os valores basais das concentrações de GH no soro estiveram dentro dos valores de referência e variou 0.02-0.56 ng/mL e 0.02-0.06 ng/mL entre os voluntários dos grupos VEL e VER, respectivamente. Não houve diferença

estatística ( $P > 0.05$ ) entre grupos para a concentração sérica de GH nos períodos: pré e 0 minutos pós-sessão de exercício. Contudo, as concentrações séricas de GH foram significativamente ( $P < 0.001$ ) superiores para o grupo VEL ( $1.7 \pm 0.6$  ng/mL) quando comparado com o grupo VER ( $0.1 \pm 0.0$  ng/mL), 15 minutos pós-sessão de exercício (Figura 3).



**Figura 3:** Dados expressos como média  $\pm$  erro padrão da média para a concentração sérica do hormônio do crescimento (ng/mL) nos momentos: pré (basal); 0 e 15 minutos pós-sessão de exercício para os grupos velocidade excêntrica lenta (VEL) e velocidade excêntrica rápida (VER). \* diferença significativa ( $P < 0.05$ ) entre grupos. # diferença significativa ( $P < 0.05$ ) em relação ao valor pré.

## 9. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar a cinética de remoção do lactato sanguíneo e a concentração sérica de GH sobre a velocidade lenta e rápida da ação muscular excêntrica prescrita pelo teste 1RMexc, pós-sessão de exercício supino horizontal realizado por homens treinado. O principal achado foi: o grupo VEL demonstrou maiores concentrações do lactato sanguíneo e GH sérico comparado com o grupo VER. Esses resultados demonstram a influência da velocidade de ação

muscular excêntrica sobre a resposta aguda do estresse metabólico e hormonal (figura 2 e 3), assim, confirmando a hipótese inicial deste estudo.

No presente estudo, ambos os grupos apresentaram valores similares para as variáveis antropométricas (exceto para a idade), força muscular excêntrica máxima e para as concentrações séricas de GH no momento pré; demonstrando a homogeneidade entre os grupos avaliados.

A manipulação da velocidade excêntrica afeta diretamente o tempo em que o músculo esquelético permanece sob tensão para a realização do exercício, fato que pode afetar a resposta metabólica aguda (Gentil, et .al., 2006). Deste modo, a intensidade do exercício excêntrico utilizado no presente estudo foi individualizado e o volume total da carga foi equalizado para ambos os grupos, com diferença somente na velocidade excêntrica, o qual foi seis vezes maior para grupo VEL (3 segundos) comparado com o grupo VER (0,5 segundos). Portanto, o tempo total sob tensão muscular para a realização da sessão do exercício excêntrico (4 series de 8 repetições) foi de 96 segundos para o grupo VEL e 16 segundos para o grupo VER.

A cinética de remoção de lactato sanguíneo apresentou valores significativos até 20 minutos pós-sessão de exercício para o grupo VEL e até 6 minutos para o grupo para VER, quando comparado aos valores pré. Adicionalmente, os valores pico de lactato sanguíneo foram maiores para o grupo VEL. Esses dados indicam que ambas as velocidades de execução induziram o aumento na concentração do lactato sanguíneo, porém, com maior ativação do metabolismo glicolítico para o grupo que realizou em menor velocidade excêntrica para a mesma intensidade absoluta de exercício (70% 1RMexc).

Neste contexto, Goto et al. (2009) observaram maiores concentrações de lactato sanguíneo após movimento concêntrico lento (6-1 segundos para concêntrico

e excêntrico) do que o movimento concêntrico rápido (1-5 segundo para concêntrico e excêntrico) para a mesma intensidade absoluta (50% 1RM). Portanto, os valores elevados de lactato sanguíneo para o grupo VEL eram esperados, devido ao fato de que o tempo sob tensão muscular foi maior.

O GH é um hormônio altamente responsivo pelo treinamento de força, com resposta influenciada pela manipulação de variáveis, tais como o intervalo de repouso entre séries, que induz significativamente um estresse metabólico (Bottaro et al. 2009; Burech; Berg; French, 2009; Rahimi et al. 2010). Em adição, o exercício de força de baixa intensidade (30% 1RM) e com moderada oclusão vascular resultou maior liberação de GH, comparado com exercício de força de intensidade moderada (70% 1RM) e sem oclusão vascular (Reeves et al. 2000). Esses dados sugerem que o estresse metabólico e acúmulo de metabólitos induzido pelo exercício de força, estão associados com o aumento na secreção de GH pós-sessão de exercício.

Em nosso estudo, embora ambos os grupos tenham realizado o exercício supino horizontal com a mesma intensidade e volume total de carga, a liberação do GH sérico pós-sessão de exercício excêntrico foi claramente diferente. Portanto, a velocidade lenta de execução resultou em maior estresse metabólico para a realização do exercício, conseqüentemente, induzindo maior secreção de GH pós-sessão de exercício (~ 1700% maior). Corroborando com estes dados, Wahl et al (2010) demonstraram que a suplementação de bicarbonato antes da sessão de exercício intervalado de alta intensidade resultou em menores alterações do pH sanguíneo e concentrações do lactato comparado ao grupo placebo; fato que resultou em atenuação da resposta do GH pós-sessão de exercício. Portanto, sugere-se que mecanismos moduladores envolvidos na resposta do GH pós-sessão

de exercício de força possam estar relacionados com a acumulação de produtos metabólicos e acidose associada direta ou indiretamente.

Embora não esteja bem estabelecido na literatura se os protocolos de exercícios de força que induzem significativamente a reposta aguda do GH irão induzir um superior aumento da força e hipertrofia muscular em um processo crônico (Rønnestad; Nygaard; Raastad, 2011; West; Phillips, 2012; Wilkinson et al., 2006). Acreditamos que os resultados apresentados neste estudo irão ajudar preparadores físicos e treinadores na prescrição das sessões de exercícios excêntricos com pesos livres, na prescrição do treinamento de força. Uma vez que as adaptações musculares ocorrem por meio de um processo multifatorial, envolvendo fatores mecânicos, metabólicos, imunológicos/inflamatórios, hormonais, nutricionais (Hawley et al. 2011; Yamada, Verlengia, Bueno Junior, 2012; Spiering et al. 2008) entre outros. Portanto, se a ênfase na periodização do treinamento de força é induzir um maior estresse metabólico e resposta do GH, recomendamos a prescrição individualizada da ação muscular excêntrica e manipulação da velocidade de movimento também.

## **10. CONCLUSÃO**

Em conclusão, a velocidade da ação muscular excêntrica influencia a resposta aguda pós-sessão de exercício realizado por homens treinados, com a velocidade lenta resultando em maior estresse metabólico e resposta hormonal. Estes resultados sugerem que o exercício de supino horizontal excêntrico prescrito pelo teste específico de força muscular excêntrica (1RM<sub>ex</sub>) foi efetivo para induzir a liberação de GH.

## 11. REFERÊNCIAS

BEN-SIRA, D.; AYALON, A.; TAVI, M. The effect of different types of strength training on concentric strength in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.9, n.3, p.143-148, 1995.

BOTTARO, M.; MARTINS, B.; GENTIL, P.; WAGNER, D. Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal responses in trained woman. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.12, n.1, p. 73-78, 2008.

BURESH, R.; BERG, K.; FRENCH, J. The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength and hypertrophy with training. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.23, n.1, p.62-71, 2009.

CHAPMAN D.; NEWTON, M.; SACCO, P.; NOSAKA, K. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v.27, n.8, p. 591-598.

DURAND, J. R.; CASTRACANE, D.; HOLLANDER, B.D.; TRYNIECKI, L.J.; BAMMAN, M.M.; O'NEAL, S.; HEBBERT, P.E.; KRAEMER, R.R. Hormonal responses concentric and eccentric muscle contractions. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, p.937-943, 2003.

ENOKA, R.M. Eccentric Contractions require unique activation strategies by the nervous system. **Journal Applied Physiology**, v.81, p.2339-2346, 1996.

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

GENTIL, P.; OLIVEIRA, E.; FONTANA, K.; MOLINA, G.; OLIVEIRA, R.J.; BOTTARO, M. The acute effects of varied resistance training methods on blood lactate and

loading characteristics in recreationally trained men. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, v.12, n.6, p. 406-413, 2011.

GOTO, K.; ISHII, N.; KIZUCA, 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.

GOTO, K.; TAKAHASHI, K.; YAMAMOTO, M.; TAKAMATSU, K. Hormone and recovery responses to resistance exercise with slow movement. **Journal Physiological Sciences**, v.58,n.1, 2008.

GOTSHALK, L.A.; LOEBEL, C.C.; NINDL, B.C.; PUTUKIAN, M.; SEBASTINELLI, W.J.; NEWTON, R.U.; HAKKINEN, K.; KRAEMER, W.J.; Hormonal responses of multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. **Canadian journal Applied Physiology**, v.22, p. 244-255, 1997.

HAWLEY, J.Á.; BURKE, L.M.; PHILLIPS, S.M.; SPRIET, L.L. Nutritional modulation of training-induced skeletal muscle adaptations. **Journal Applied Physiology**, v.110, n.3, p. 834-845, 2011.

KRAMER, R.R.; HOLLANDER, B.D.; REEVES, U.G.; FRANCOIS, M.; RAMADAN G.Z.; TRYNIECKI, L.J.; HEBERT, P.E.; CASTRACANE, D.V. Similar hormone responses to concentric and eccentric muscle actions using relative loading. **European Journal Applied Physiology**, v.96, p. 551-557, 2006.

KRAEMER, W.J.; MARCHITELLI, L.; GORDON, S.E.; HAMAN, E.; DEZIAGOS, J.E.; MELLO, R.; FRYKMAN, P.; MCURRY, D.; FLECK, S.J. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. **Journal Applied Physiology**, v.69, n.4, p.1442-1450, 1990.

LEITE, R.D.; PRESTES, J.; ROSA, C.; DE SALLES, B.F.; MAIOR, A.; MIRANDA, H.; SIMÃO, R. Acute effect of resistance training volume on hormonal responses in

trained men. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.51, n.2, p. 322-328, 2011.

McCAULLEY, G.O.; MCBRIDE, J.M.; CORMIE, P.; HUDSON, M.B.; NUZZO, J.L.; QUINDRY, J.C.; TRAVIS, T.N. Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.105, n.5, p.696-704, 2009.

MULLIGAN, S.E.; FLECK, S.J.; GORDON, S.E.; KOZIRIS, L.P.; TRIPLETT-McBRIDE, N.T.; KRAEMER, W.J. Influence of resistance exercise volume on serum growth hormone and cortisol concentrations in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.10, p.256-262, 1996.

OJASTO, T.; HAKKINEN, K. Effects of different accentuated eccentric load levels in eccentric-concentric actions on acute neuromuscular, maximal force, and power responses. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.3, p.996-1004, 2009.

PHILLIPS, S.M. Strength and hypertrophy with resistance training: chasing a hormonal ghost. **European Journal Applied Physiology**, v.112, n.5, p.1981-1983, 2012.

RAASTAD, T.; BJØRO, T.; HALLEN, J. Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.82, n.1-2, p.121-128, 2000.

RAHIMI, R.; QADERI, M.; FARAJI, H.; BOROUJERDI, S.S. Effects of very short rest periods on hormonal responses to resistance exercise in men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.7, p. 1851-1859, 2010.

REEVES, G.V.; KRAEMER, R.R.; HOLLANDER, D.B.; CLAVIER, J.; THOMAS, C.; FRANCOIS, M.; CASTRACANE, V.D. Comparison of hormones responses following light resistance training exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. **Journal Applied Physiology**, v.101, n.6, p.1616-1622, 2006.

ROIG, M.; MACINTYRE, D.L.; ENG, J.J.; NARICI, M.V.; MAGANARIS, C.N.; REID, W.D. Preservation of eccentric strength in adults: Evidence mechanisms and implications for training and rehabilitation. **Experimental Gerontology**, v.45,n.6,p. 400-409, 2010.

RØNNESTAD, B.R.; NYGAARD, H.; RAASTAD, T. Physiological elevation of endogenous hormones results in superior strength training adaptation. **European Journal Applied Physiology**, v.111, n.9, p.2249-2259, 2011.

SMILIOS, I.; PILLIANIDES, T.; KARAMOUZIS, M.; TOKMAKIDES, S. Hormones responses after various resistance exercise protocols. **Physiology Fitness and Performance**, p.644-654, 2003.

SMITH, L.L.; ANWAR, A.; FRAGEN, M.; RENANTO, C.; JOHNSON, R.; HOLBERT, D. Cytokines and cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.82, n.1-2,p.61-67,2000.

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, 2012.

WAHL, P.; ZINNER, C.; ACHTZEHN, S.; BLOCH, W.; MESTER, J. Effect of high and low-intensity exercise and metabolic acidosis on levels of GH, IGF-I, IGFBP3 and cortisol. **Growth Hormone IGF Research**, v.20, n.5, p.380-385, 2010.

WEST, D.W.; PHILLIPS, S.M. Associations of exercise-induced hormone profiles and gains in strength and hypertrophy in a large cohort after weight training. **European Journal Applied Physiology**, v.112, n.7, p.2693-2702, 2012.

YAMADA, A.K.; VERLENGIA, R.; BUENO JUNIOR, C.R. Mechanotransduction pathways in skeletal muscle hypertrophy. **Journal of Receptors and Signal Transduction Research**, v.32, n.1, p.42-44, 2012.

## **12. Anexos**

**Anexo 01 - Certificado de Aprovação Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP**



CEP-UNIMEP  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

## CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado *“Efeito da Velocidade de Contração Excêntrica Aguda de Alta intensidade sobre a Performance Motora e Dano Muscular e a Influência do Polimorfismo de gene pro-inflamatório”*, sob o protocolo n° 21/11, da Pesquisadora *Profa.Dra. Rozangela Verlênia* está de acordo com a Resolução n° 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.

We certify that the research project with title *“Effects of acute eccentric contraction speed high intensity on motor performance and muscle damage and the influence of gene polymorphism of pro-inflammatory”*, protocol n° 21/11, by Researcher *Profa.Dra. Rozangela Verlênia* is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.

Piracicaba, SP, 27 de maio de 2011.

Prof. Rodrigo Batagello  
Coordenador CEP - UNIMEP

