

# Efeitos do Intervalo de Recuperação Entre Séries de Exercícios Resistidos no Hormônio do Crescimento em Mulheres Jovens



## Effects of the Recovery Interval Between Resistance Exercise Sets in the Growth Hormone in Young Women

Breno Martins<sup>1</sup>  
João Veloso<sup>2</sup>  
Jônatas de Barros França<sup>2</sup>  
Martim Bottaro<sup>2,3</sup>

1. Universidade Católica de Brasília, Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Educação Física, Brasília-DF, Brasil.

2. Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Educação Física, Brasília-DF, Brasil.

3. Bolsista de produtividade em pesquisa: Apoio CNPq processo 309591/2006-6.

### Endereço para correspondência:

Martim Bottaro – Universidade de Brasília – Faculdade de Educação Física – Campus Universitário – Darcy Ribeiro/ FEF – CEP 72910-910 – Brasília – DF – Brasil  
Fax: +55 (61) 3307-2085  
Email: martim@unb.br

Submetido em 17/04/2007  
Versão final recebida em 27/09/2007  
Aceito em 25/12/2007

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi examinar as respostas agudas de três diferentes intervalos de recuperação entre séries, durante uma sessão tradicional de exercícios resistidos para membros inferiores em mulheres jovens. Participaram deste estudo doze mulheres aparentemente saudáveis e treinadas em exercícios resistidos ( $26,83 \pm 3,93$  anos). Em três momentos distintos, os sujeitos realizaram em ordem contra balanceada, o protocolo de exercícios resistidos para membros inferiores com 30 (P30), 60 (P60) ou 120 (P120) segundos de intervalo de recuperação entre séries. A sessão de exercícios resistidos consistia de quatro exercícios para os membros inferiores (cadeira extensora, agachamento, mesa flexora e *leg press*), com 3 séries de 10 repetições e carga de 10 repetições máximas (RM). Coletas sanguíneas foram realizadas para determinar as concentrações do hormônio do crescimento (GH) antes do exercício (T0), imediatamente após cada sessão de exercício (T1), e 5 (T5), 15 (T15) e 30 (T30) minutos de recuperação. A avaliação estatística dos dados foi por meio da análise de variância de medidas repetidas 3 X 5 [intervalo de recuperação (30s, 60s, 120s) X tempo (T0, T1, T5, T15, T30)], com o teste *post-hoc Least Significant Difference* (LSD). O nível de significância estatístico utilizado foi  $p < 0,05$  em todas as comparações. Não houve diferenças entre os protocolos (P30, P60 e P120) nas concentrações sanguíneas do GH em repouso. Porém, em relação a T0, todos os protocolos obtiveram aumentos significativos ( $p < 0,05$ ) nas concentrações do GH após a sessão de exercícios. As concentrações do GH entre os protocolos foram significativamente maiores para o P30 (24,34 ng/ml) e P60 (23,07 ng/ml) quando comparadas ao P120 (17,13 ng/ml) em T1. A concentração do GH no P30 foi significativamente maior em T5, T15 e T30, quando comparada ao P60 e ao P120. A magnitude das respostas hormonais (GH) agudas em mulheres treinadas parece ser maior com 30s de intervalo entre séries quando comparada com intervalos mais longos (60 ou 120s).

**Palavras-chave:** exercício resistido, GH, intervalo de recuperação.

### ABSTRACT

**Purpose:** The purpose of this study was to examine the acute hormonal responses of three different rest periods between sets of a traditional lower body resistance training session in young women. **Methods:** Twelve apparently healthy, trained females ( $26.83 \pm 3.93$  yrs) participated in the study protocol. On three separate sessions of a lower body resistance exercise protocol, subjects were randomly assigned a rest interval of either 30 (P30), 60 (P60) or 120 (P120) seconds between sets. The resistance exercise session consisted of four lower body exercises (bilateral knee extension, bilateral knee flexion, leg press, and squat) with 3 sets of 10 repetitions at 10-repetition maximum (RM) load. Blood samples were drawn for determination of serum growth hormone (GH) concentrations before exercise (T0), immediately after each training session (T1), and 5 (T5), 15 (T15), and 30 (T30) minutes of recovery. Statistical evaluation of the data was measured using a 3 x 5 repeated measurements analysis of variance [rest interval (30, 60, and 120 s) x time (T0, T1, T5, T15, T30)] with a least-significant difference (LSD) *post-hoc* procedure for all hormonal measurements. The probability level of statistical significance was set at  $p < 0.05$  in all comparisons. **Results:** There were no differences among protocols (P30, P60 and P120) in the serum GH concentrations at baseline (T0). However, as compared to T0, all protocols led to acute increases ( $p < 0.05$ ) in serum GH concentrations after each training session. The GH concentrations between protocols were significantly higher for P30 (24.34 ng/ml) and P60 (23.07 ng/ml) as compared to P120 (17.13 ng/ml) at T1. The P30 GH concentrations were significantly higher at T5, T15, and T30 as compared to P60 and P120. **Conclusion:** The magnitude of acute hormonal (GH) responses in previously strength-trained women seems to be greater with a 30-second rest interval between sets compared to longer rest periods (60s or 120s).

**Keywords:** resistance exercise, GH, rest interval.

## INTRODUÇÃO

A manipulação das variáveis de um programa de treinamento resistido depende dos objetivos do programa e das necessidades individuais. As variáveis normalmente manipuladas são: intensidade, volume, frequência, velocidade de contração, ordem de exercícios e intervalo de recuperação (IR) entre as séries<sup>(1,2)</sup>

O IR utilizado durante o treinamento resistido, é uma variável de grande importância para os pesquisadores, atletas, treinadores, e praticantes de exercícios resistidos<sup>(3)</sup>. A amplitude do intervalo de recuperação entre as séries influencia as respostas agudas metabólicas<sup>(3,4)</sup>, as respostas crônicas da força muscular<sup>(5)</sup>, o desempenho das séries subsequentes<sup>(6,7,8-11)</sup>, e as repostas hormonais<sup>(12-14)</sup>.

Um dos hormônios que vem sendo estudado e tem o aumento da sua concentração influenciado pelo IR é o hormônio do crescimento (GH). O GH está relacionado à promoção do anabolismo tanto no tecido muscular como no tecido conectivo. Especificamente ele aumenta a absorção de aminoácidos pela célula e a síntese protéica na célula muscular contribuindo com a hipertrofia das fibras musculares<sup>(15,16)</sup>. Kraemer et al.<sup>(14)</sup> analisaram as respostas de GH a duas intensidades (5 e 10 RM) com dois IR (1 e 3 minutos) em homens jovens. Os autores reportaram que as maiores respostas do GH foram observadas no protocolo de 10RM com um minuto de IR. Utilizando um protocolo similar, Kraemer et al.<sup>(12)</sup> avaliaram as respostas de GH em mulheres durante a fase folicular do ciclo menstrual. Os protocolos de 5 e 10 RM que utilizaram um minuto de IR promoveram aumentos significativos na concentração de GH que duraram 15 minutos após o término do protocolo.

Conforme observado na literatura, existem poucos estudos analisando as respostas agudas do GH a diferentes IR principalmente em mulheres, além disso, há uma carência de estudos que avaliem as respostas a IR mais curtos (30 a 120 segundos). Portanto, o objetivo do presente estudo foi o de comparar os efeitos de intervalos de recuperação (30s, 60s, ou 120s) entre as séries de exercícios resistidos nas concentrações de GH após uma sessão de exercícios resistidos de membros inferiores em mulheres jovens treinadas.

## MÉTODOS

### Amostra

A amostra foi composta de 12 mulheres jovens (20 a 32 anos). Todas as mulheres residiam em Brasília e participaram do estudo de forma voluntária. Todas foram informadas do objetivo do estudo, dos procedimentos, dos possíveis desconfortos, dos riscos e de seus benefícios, antes de assinarem o termo de consentimento. Este estudo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Católica de Brasília (Ofício CEP/UCB N° 081/2005).

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: a) possuir pelo menos um ano de treinamento com pesos; b) ter frequência de treinamento com pesos de no mínimo três vezes por semana; c) não apresentar quadro de amenorréia; d) não possuir qualquer tipo de comprometimento cardíaco-respiratório; e) não possuir qualquer tipo de lesão ósteo-muscular; f) não possuir qualquer tipo de doença metabólica. Todas as voluntárias apresentavam o ciclo menstrual normal (28-dias) e estavam usando contraceptivo oral por no mínimo um ano.

## PROCEDIMENTOS

### Avaliação antropométrica

**Com o objetivo de melhor descrever a amostra, foram mensuradas:** 1) estatura por meio de um estadiômetro (Stanley), com capacidade de 2200 mm e resolução de 1mm; 2) massa corporal por meio de

uma balança (Filizola ID-1500), com capacidade de 150 kg e resolução de 100g; 3) composição corporal por meio de um compasso de dobras (Lange Skinfold Caliper). As dobras cutâneas mensuradas foram: tríceps, suprailíaca e coxa, de acordo com o protocolo de<sup>(17)</sup> Jackson et al.<sup>(17)</sup> e validadas em mulheres brasileiras jovens por Bottaro et al.<sup>(18)</sup>.

### Teste de 10 repetições máximas (10RM)

Foi realizado o teste de 10RM apenas nos membros inferiores, seguindo as seguintes recomendações adaptadas de Kraemer e Fry<sup>(19)</sup>: 1) aquecimento de 5 a 10 repetições com cargas de 40 a 60% de 1RM estimada; 2) descanso de um minuto, seguidos de três a cinco repetições com 60% de 1RM estimada e um descanso de três minutos; 3) incremento do peso tentando alcançar as 10RM em três a cinco tentativas, usando cinco minutos de intervalo entre uma tentativa e outra; 4) o valor registrado foi o de 10 repetições, com o peso máximo levantado na última tentativa bem sucedida. Foram aplicados dois testes de 10RM, com um intervalo de 48 horas, para determinar a carga de trabalho das voluntárias.

Os exercícios utilizados para o teste de 10 RM foram: 1) cadeira extensora; 2) agachamento no *hack*; 3) mesa flexora; 4) leg press (Cybex International, Inc., Medway, MA, USA). Com objetivo de evitar comprometimentos de validade interna deste estudo, todos os testes foram realizados pelo mesmo professor treinado. Para determinar uma confiabilidade do teste de 10RM, foram realizados dois testes de 10RM, com um intervalo de 48 horas entre eles (teste/re-teste). Foi utilizada a carga mais alta encontrada em um dos dois testes de 10RM (tabela 1).

### Procedimentos Experimentais

As voluntárias tiveram acesso aos protocolos dos treinamentos resistidos com o mínimo de quatro semanas de antecedência da pesquisa para que se familiarizassem com os procedimentos. Elas foram instruídas a evitar o consumo de cafeína e álcool por um período de 24 horas antes do teste, bem como, não realizar exercícios físicos por um período de 48 horas antes dos testes. Para evitar as diferentes concentrações hormonais do ritmo circadiano, as voluntárias compareceram no local da realização dos protocolos experimentais na mesma hora do dia (14:00 horas). Os protocolos experimentais foram realizados em três dias distintos, dentro de um período de sete dias. Com o objetivo de manter níveis de estrogênio padronizados, todos os testes experimentais foram realizados, no período do ciclo menstrual, em que as voluntárias estavam tomando o contraceptivo oral.

As participantes foram instruídas, por um nutricionista, a realizar uma dieta padrão duas horas antes do treinamento resistido. A alimentação consistia de uma mistura em pó diluída em 300ml de água com aproximadamente 270Kcal (23g de carboidratos; 42g de proteínas; 3g de gordura; e 3g de fibras).

Os protocolos de exercícios resistidos se diferenciaram pelos diferentes intervalos de recuperação. Os intervalos de recuperação entre as séries foram de 30, 60 e 120 segundos (P30, P60, e P120). Antes de iniciar os protocolos, cada participante realizou um breve alongamento e um aquecimento de 3 minutos de caminhada (5-6 Km/h) na esteira ergométrica. Após o aquecimento, foram realizadas 3 séries de 10RM para cada exercício resistido de membros inferiores. Os exercícios e equipamentos utilizados para os diferentes protocolos foram os mesmos utilizados no teste de 10RM (Cybex International, Inc., Medway, MA, USA). A ordem dos exercícios foi a mesma utilizada no teste de 10RM (extensão do joelho, agachamento, flexão do joelho, leg press). A ordem dos intervalos de recuperação foi feita de forma balanceada. Entre os exercícios, foi estipulado o intervalo padrão de 60 segundos para todos os protocolos. O tempo médio de contração de cada repetição foi de 2-3 segundos.

## Coleta e Análise Sangüínea

Foram coletados, por um profissional capacitado de um laboratório credenciado, aproximadamente 5ml (para cada momento medido) de amostras sangüíneas da veia antecubital. Os momentos de coleta foram: 1) repouso (T0); 2) imediatamente após a sessão (T1); 3) 5 minutos após a sessão (T5); 4) 15 minutos após a sessão (T15); 5) 30 minutos após a sessão (T30). As amostras sangüíneas foram transportadas em condições apropriadas para análise no Instituto Sabin. O sangue foi centrifugado em 2500rpm por 10 minutos. O soro foi removido, separado dentro de frascos, e analisado.

O GH foi analisado pelo princípio da enzima-imunoensaio imunométrico quimiluminescente. Para tanto, a amostra do soro sangüíneo do paciente e o anticorpo monoclonal murino anti-hGH conjugado à fosfatase alcalina, foram incubados por aproximadamente 30 minutos à 37°C, na unidade teste com agitação intermitente. O GH presente na amostra foi ligado de maneira a formar um complexo de anticorpo tipo "sanduíche". O conjugado enzimático não ligado foi então removido pela lavagem por centrifugação, após a qual o substrato foi adicionado e a unidade teste foi incubada por mais 10 minutos. O substrato quimiluminescente, éster fosfato do adamantil dioxetano foi submetido à hidrólise em presença da fosfatase alcalina, gerando um intermediário instável. A produção contínua deste intermediário resulta na emissão de luz ininterrupta, a qual aumenta a precisão por uma adequada janela de múltiplas leituras. O complexo ligado, assim como sua emissão de fótons, são medidos pelo luminômetro – sendo proporcional a concentração de GH da amostra. Coeficiente de variação para amostras duplicadas foi calculado e apresentou os seguintes resultados: 3,6% intra-ensaio e 5,2% inter-ensaio.

## Análise Estatística

A análise estatística dos dados foi realizada por meio da Análise de Variância Fatorial (ANOVA) 3 X 5 de medidas repetidas [intervalo de recuperação (30s, 60s, 120s) X tempo (T0, T1, T5, T15, T30)] e pelo teste *post-hoc Least Significant Difference* (LSD) para todas as concentrações hormonais. Para o teste e re-teste de 10RM foram aplicados o teste "t" e a correlação de Pearson. O nível alfa de significância adotado foi de  $p < 0,05$ . Antes de realizar a ANOVA, os seguintes pressupostos da ANOVA fatorial foram observados e alcançados: 1) independência, 2) normalidade (Kolmogorovy-Smirnov), 3) homogeneidade de variância (Levene's).

## RESULTADOS

A amostra foi composta por 12 voluntárias do sexo feminino (26,83 ± 3,93 anos; 58,30 ± 9,84 kg; 163,89 ± 9,11 cm; 21,60 ± 2,11 kg/m<sup>2</sup>; 22,34 ± 4,40 % de gordura). Todas as participantes praticavam treinamento resistido há um tempo médio de 7 ± 4 anos. A tabela 1 apresenta o resultado da reprodutibilidade teste e re-teste de 10RM. Não foram encontradas diferenças significativas entre o teste e re-teste de 10RM.

Tabela 1. Resultado da reprodutibilidade do teste e re-teste de 10RM (n = 12)

Exercícios	Teste (kg)	Re-teste (kg)	R
Cadeira Extensora	52,67 ± 6,99	52,89 ± 6,98	0,99*
Agachamento no Hack	54,17 ± 13,11	56,67 ± 14,20	0,96*
Mesa Flexora	35,34 ± 5,51	36,09 ± 5,42	0,98*
Leg press 45°	162,50 ± 45,35	176,25 ± 49,50	0,91*

\* $p < 0,01$ ; RM = repetição máxima

A tabela 2 apresenta os resultados das concentrações do hormônio do crescimento (GH) em repouso (T0), imediatamente após a sessão de treinamento (T1), cinco minutos após a sessão (T5), 15 minutos após a sessão (T15) e 30 minutos após a sessão (T30) nos três diferentes protocolos estudados (30, 60 e 120 segundos). Em repouso, não foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) nas concentrações do GH nos diferentes protocolos (30, 60 e 120 segundos) estudados (figura 1). Dentro do protocolo de intervalo de 30 segundos (P30), foram encontradas concentrações significativamente maiores em T1, T5 e T15, quando comparadas ao T0. No protocolo de intervalo de 60 segundos (P60), as concentrações significativamente maiores em relação ao T0 ocorreram em T1 e T5. Porém, no protocolo de intervalo de 120 segundos (P120), as concentrações significativamente maiores em relação ao T0 ocorreram apenas em T1 (tabela 2).

Tabela 2. Respostas das concentrações do GH nos diferentes protocolos (n = 12)

Protocolos	T0	T1	T5	T15	T30
P30 (ng/ml)	9,07 ± 5,3	24,34* ± 11,3	22,62* ± 11,0	19,35* ± 11,7	11,70 ± 8,3
P60 (ng/ml)	9,16 ± 2,6	23,07* ± 10,9	19,43* ± 10,9	13,13 ± 8,9	7,99 ± 6,7
P120 (ng/ml)	10,37 ± 7,1	17,13* ± 8,5	14,33 ± 8,5	9,91 ± 6,8	6,47 ± 5,4

T0 = repouso; T1 = final da sessão; T5 = 5 min; T15 = 15 min; T30 = 30 min.

\*  $p < 0,05$  vs repouso.

Quando comparado os protocolos (figura 1), a concentração do GH no P30 foi significativamente maior (24,34 ng/ml) quando comparado ao P120 (17,13 ng/ml) em T1. Em T5 foram encontradas concentrações significativamente maiores nos valores do GH no P30 (22,62 ng/ml) quando comparado ao P60 (19,43 ng/ml) e ao P120 (14,33 ng/ml). Em T15, foram encontradas concentrações significativamente maiores do GH no P30 (19,35 ng/ml) em relação ao P60 (13,13 ng/ml) e ao P120 (9,91 ng/ml). Em T30, foram encontradas concentrações significativamente maiores no P30 (11,70 ng/ml) quando comparadas ao P60 (7,99 ng/ml) e ao P120 (6,47 ng/ml).

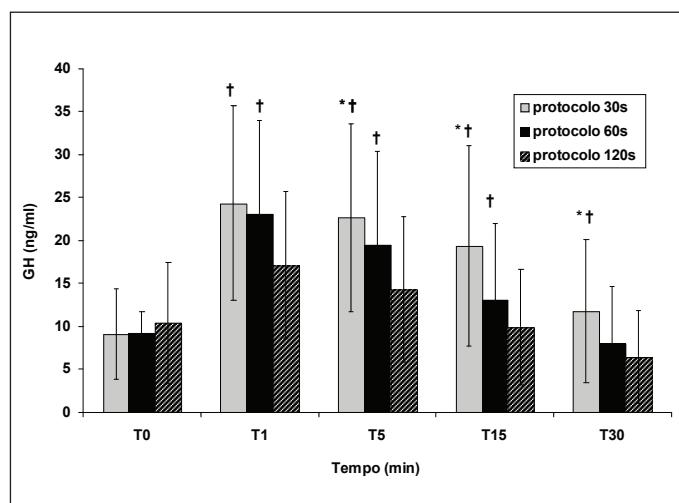


Figura 1. Respostas das concentrações do GH entre os três protocolos estudados

T0 = repouso; T1 = final da sessão; T5 = 5 min; T15 = 15 min; T30 = 30 min.

\*  $p < 0,05$  vs P60; †  $p < 0,05$  vs P120.

## DISCUSSÃO

Estudos que utilizaram uma sessão de exercícios resistidos demonstraram que a realização dos mesmos resultou em aumentos significativos nas concentrações plasmáticas do hormônio do crescimento (GH). As respostas do GH ao exercício resistido são influenciadas pelo intervalo de recuperação<sup>(12,14)</sup>, intensidade, volume<sup>(20)</sup>, tipo de contração muscular<sup>(21)</sup> e método de treinamento utilizado<sup>(22-27,12,14,28,20,29,30)</sup>. Além disso, outros estudos sugerem que a magnitude e ou duração das respostas hormonais, ao exercício resistido, podem estar relacionadas com ganhos de força ou massa muscular durante o treinamento resistido<sup>(22,31)</sup>. No entanto poucos estudos avaliaram a influência do IR entre as séries no aumento da concentração de GH em mulheres. Além disso, os estudos existentes não avaliaram os efeitos de IR menores do que um minuto. Com isso o presente estudo comparou as respostas hormonais do hormônio do crescimento (GH) em três diferentes intervalos de recuperação entre séries de exercícios resistidos (30 segundos – P30; 60 segundos – P60; 120 segundos – P120), após uma sessão de treinamento resistido de membros inferiores em mulheres.

No presente estudo, as concentrações de GH nos protocolos estudados de 30 (P30), 60 (P60) e 120 (P120) segundos, foram significativamente maiores após a sessão de exercícios em relação aos valores de repouso em mulheres jovens treinadas, porém, quando comparados os protocolos, o P30 apresentou concentrações significativamente maiores que o P60 e o P120. Diferenças entre gêneros parecem estar relacionadas a uma maior magnitude das respostas hormonais acima das concentrações de repouso de testosterona e GH em homens quando comparados com mulheres (Kraemer et al. 1998). Porém, mulheres têm apresentado maiores concentrações de GH em repouso do que homens (HaË kinen et al. 1990; HaË kinen and Pa-karinen 1993; Kraemer et al. 1991). Além disso, tem sido observado que o protocolo de exercício resistido utilizado apresenta um impacto na magnitude dessas respostas hormonais (Kraemer et al. 1998).

Kraemer et al.<sup>(14)</sup> realizaram uma pesquisa com nove homens que utilizaram oito exercícios resistidos para a avaliação das respostas hormonais de diferentes protocolos. Um dos protocolos consistia em realizar 10RM, utilizando o intervalo de recuperação entre as séries de 60 s. Outro, usado como controle, consistia em realizar 10RM, com o intervalo de 180 segundos. Os autores verificaram um aumento significativo nas concentrações do GH no protocolo que utilizou 60 segundos quando comparado ao protocolo que utilizou 180 segundos. Pode-se notar que, no estudo de Kraemer et al.<sup>(14)</sup>, o tempo de recuperação mais curto influenciou nos resultados verificados, pois nos menores intervalos (60 segundos) é que foram encontradas maiores concentrações hormonais. Apesar dos intervalos de recuperação utilizados no presente estudo serem diferentes dos utilizados por Kraemer et al.<sup>(14)</sup>, foi verificado uma tendência do aumento das concentrações do GH com a diminuição do intervalo de recuperação, pois neste estudo o P30 apresentou concentrações significativamente maiores do GH quando comparada aos outros protocolos (P60 e P120).

Outra pesquisa realizada por Kraemer et al.<sup>(12)</sup>, utilizando os mesmos protocolos e procedimentos do estudo de Kraemer et al.<sup>(14)</sup>, realizada com mulheres (n = 9), apresentou resultados semelhantes ao estudo anterior. No protocolo que utilizou 60 segundos de intervalo, foram encontrados aumentos significativos nas concentrações de GH nos momentos logo após a sessão de treinamento (T1), 5 minutos (T5) e 15 minutos ao final da sessão (T15). Os resultados do estudo de Kraemer et al.<sup>(12)</sup> são similares aos resultados do presente estudo. Os estudos sugerem que a utilização de IR mais curtos está relacionada a uma

maior liberação de GH. A duração do IR irá determinar a magnitude da resíntese do sistema ATP-CP e da remoção dos metabólitos provenientes da contração muscular<sup>(3)</sup>. Possivelmente as maiores concentrações de GH encontradas com a utilização de IR mais curtos podem ter sido influenciadas por um maior acúmulo dos íons de H<sup>+</sup><sup>(32,33)</sup> provenientes do metabolismo anaeróbio.

Estudos que utilizaram a oclusão vascular sugeriram que o acúmulo de metabólitos influenciou o aumento na concentração de GH<sup>(34)</sup>. Takarada et al.<sup>(30)</sup> observaram os efeitos do treinamento resistido com oclusão e sem oclusão do membro inferior, para verificar as concentrações do GH. O estudo consistia em realizar cinco séries com 20% de 1RM até a exaustão, na cadeira extensora, com 30 segundos de intervalo de recuperação entre as séries. Foram encontrados aumentos significativamente maiores nas concentrações do GH no protocolo que realizou o exercício com oclusão, comparados com o protocolo que realizou sem oclusão.

Mulligan et al.<sup>(20)</sup> também avaliaram os efeitos de dois protocolos de exercícios resistidos - séries simples e séries múltiplas - nas concentrações de GH em mulheres jovens (n=10). O intervalo de recuperação utilizado entre as séries múltiplas (três séries) foi de 60 segundos. As coletas sanguíneas foram realizadas em repouso (T0), logo após a sessão (T1), 15 minutos (T15) e 30 minutos após a sessão (T30). Os autores obtiveram como resultado concentrações significativamente maiores do GH (T1 e T15) no protocolo que utilizou as três séries, chegando a concentrações de aproximadamente 13 ng/ml em T1 diminuindo para aproximadamente 10,5 ng/ml em T15 e 7 ng/ml em T30. As concentrações do GH encontradas no estudo de Mulligan et al.<sup>(20)</sup> foram inferiores às encontradas no presente estudo em T1. Porém, em T15 e T30, as concentrações do GH no presente estudo foram semelhantes às do estudo de Mulligan et al.<sup>(20)</sup>. Mulligan et al.<sup>(20)</sup> não mensuraram o GH em T5.

Além disso, Linnamo et al.<sup>(28)</sup> mostraram diferenças significativas entre três protocolos analisados em 16 voluntários - oito homens e oito mulheres. O primeiro protocolo de exercício resistido máximo consistia em realizar cinco séries de 10RM em três exercícios, com 120 segundos de recuperação entre as séries. O segundo protocolo utilizava 70% de 10RM. O terceiro protocolo utilizava 40% de 10RM. Tanto em homens quanto em mulheres, o protocolo que utilizou as 10RM proporcionou maiores concentrações do GH do que os outros protocolos, chegando a concentrações de 18,95 ng/ml nos homens e 11,01 ng/ml nas mulheres em T1. No presente estudo, as concentrações do GH no P120 foram maiores em T1 (17,13 ng/ml) do que as encontradas no estudo de Linnamo et al.<sup>(28)</sup>.

As maiores respostas hormonais encontradas no presente estudo, em relação aos estudos de Mulligan et al.<sup>(20)</sup> e de Linnamo et al.<sup>(28)</sup>, podem ser devido a dois desses fatores: 1) tamanho do grupo muscular envolvido, e 2) nível de treinamento dos indivíduos. Kraemer et al.<sup>(35)</sup> encontraram menores concentrações, e maiores variações, no GH antes do exercício (basal) e após o exercício nas fases iniciais do programa de exercício resistido. Segundo os autores, essas adaptações hormonais podem influenciar e ajudar a mediar outras adaptações no sistema nervoso e na fibra muscular nas fases iniciais da adaptação da força após as primeiras semanas do treinamento resistido. Mulligan et al.<sup>(20)</sup> utilizaram em seus estudos exercícios que variavam o grupo muscular exercitado. Linnamo et al.<sup>(28)</sup> utilizaram em seus estudos três exercícios para diferentes grupos musculares (supino reto, abdominal e *leg press*) e uma amostra de mulheres sem experiência prévia em treinamento resistido. Os autores reportaram que as menores respostas hormonais nas mulheres podem, em parte, estar relacionada a uma menor massa muscular envolvida no exercício.

Recentemente, Athiainen et al.<sup>(36)</sup> observaram os efeitos crônicos de dois intervalos de recuperação (120 segundos vs 300 segundos), antes e depois de 6 meses de treinamento resistido para avaliar, entre outros, as respostas hormonais. Foram encontradas diferenças significativamente maiores nas concentrações do GH após uma sessão de exercícios resistidos no protocolo que utilizou 120 segundos contra o de 300 segundos. Além disso, no protocolo que utilizou 120 segundos foram encontradas aproximadamente 20 ng/ml do GH em T1. No presente estudo foram encontrados resultados semelhantes (17,13 ng/ml) no P120. Contudo, como já descrito anteriormente, as maiores concentrações do GH, neste estudo, foram encontradas no P30 (24,34 ng/ml).

Conclui-se com o presente estudo que a utilização dos protocolos com intervalos de recuperação menores (30 segundos ou 60 segundos) proporcionaram maiores concentrações do hormônio do crescimento (GH), após uma sessão de exercícios resistidos (ER) para membros inferiores em mulheres jovens.

Com isso a utilização de IR mais curtos (30 segundos) pode ser uma alternativa de variação dos treinamentos resistidos que tenham como objetivo a hipertrofia muscular, pois além de proporcionarem uma maior liberação de GH sua utilização pode diminuir o tempo gasto no treinamento.

Sugere-se, para futuras investigações, que novos protocolos, com diferentes intervalos de recuperação entre as séries, sejam testados e avaliados em diferentes populações, hormônios, exercícios e volumes de treinamento. Embora o controle do volume de treinamento fosse ideal, isso não foi possível devido à fadiga nas séries subseqüentes ocasionadas pelo menor intervalo de recuperação. Portanto essa foi uma limitação do presente estudo.

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baechle TR, Earle RW. Essentials of Strength Training and Conditioning. Champaign: Human Kinetics, 2000.
2. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 364-80.
3. Ratamess NA, Falvo MJ, Mangine GT, Hoffman JR, Faigenbaum AD, Kang J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *Eur J Appl Physiol* 2007; 100: 1-17.
4. Haltom RW, Kraemer RR, Sloan RA, Hebert EP, Frank K, Tryniecki JL. Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 1613-8.
5. Robinson JM, Stone MH, Johnson RL, Penland CM, Warren BJ, Lewis RD. Effects of different weight training exercise/rest interval on strength, power and high intensity exercise endurance. *J Strength Cond Res* 1995; 9: 216-21.
6. Kraemer WJ. A series of studies: The physiological basis for strength training in American football: Fact over philosophy. *J Strength Cond Res* 1997; 11: 132-42.
7. Rahimi R. Effect of different rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. *Journal of Sports Science and Medicine* 2005; 4: 361-6.
8. Richmond SR, Godard MP. The effects of varied rest periods between sets to failure using the bench press in recreationally trained men. *J Strength Cond Res* 2004; 18: 846-9.
9. Willardson JM, Burkett LN. A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. *J Strength Cond Res* 2005; 19: 23-6.
10. Willardson JM, Burkett LN. The effect of rest interval length on bench press performance with heavy vs. light loads. *J Strength Cond Res* 2006; 20: 396-9.
11. Willardson JM, Burkett LN. The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. *J Strength Cond Res* 2006; 20: 400-3.
12. Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziadosz JE, Harman EA, Marchitelli LJ, Gordon SE, et al. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J Appl Physiol* 1993; 75: 594-604.
13. Kraemer WJ, Gordon SE, Fleck SJ, Marchitelli LJ, Mello R, Dziadosz JE, et al. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *Int J Sports Med* 1991; 12: 228-35.
14. Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Harman E, Dziadosz JE, Mello R, et al. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *J Appl Physiol* 1990; 69: 1442-50.
15. Crist DM, Peake GT, Lottfield RB, Kraner JC, Egan PA. Supplemental growth hormone alters body composition, muscle protein metabolism and serum lipids in fit adults: characterization of dose-dependent and response-recovery effects. *Mech Ageing Dev* 1991; 58: 191-205.
16. Ullman M, Oldfors A. Effects of growth hormone on skeletal muscle. I. Studies on normal adult rats. *Acta Physiol Scand* 1989; 135: 531-6.
17. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc* 1980; 12: 175-81.
18. Bottaro M, Heyward V, Bezerra R, Wagner D. Skinfold Method Vs Dual Energy X-Ray Absorptiometry to Assess Body Composition in Normal and Obese Women. *J Ex Physiol* 2002; 5: 11-8.
19. Kraemer WJ, Fry AC. Strength Testing: Development and Evaluation of Methodology. In: Maud PJ, Foster C. Physiological assessment of human fitness. Champaign: Human Kinetics, 1995: 115-38.
20. Mulligan SE, Fleck SJ, Gordon SE, Koziris LP, Triplett NT, Kraemer WJ. Influence of resistance exercise volume on serum Growth Hormone and Cortisol concentrations in Women. *J Strength Cond Res* 1996; 10: 256-62.
21. Kraemer RR, Hollander DB, Reeves GV, Francois M, Ramadan ZG, Meeker B, et al. Similar hormonal responses to concentric and eccentric muscle actions using relative loading. *Eur J Appl Physiol* 2005; 96: 551-7.
22. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Kraemer WJ, Hakkinen K. Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs maximum repetitions multiple resistance exercises. *Int J Sports Med* 2003; 24: 410-8.
23. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Kraemer WJ, Hakkinen K. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in strength athletes versus nonathletes. *Can J Appl Physiol* 2004; 29: 527-43.
24. Durand RJ, Castracane VD, Hollander DB, Tryniecki JL, Bamman MM, O'Neal S, et al. Hormonal responses from concentric and eccentric muscle contractions. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 937-43.
25. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37: 955-63.
26. Kraemer WJ, Clemson A, Triplett NT, Bush JA, Newton RU, Linch JM. The effects of plasma cortisol elevation on total and differential Leukocyte counts in response to heavy-resistance exercise. *Eur J Appl Physiol* 1996; 73: 93-7.
27. Kraemer WJ, Dudley GA, Tesch PA, Gordon SE, Hather BM, Volek JS, et al. The influence of muscle action on the acute growth hormone response to resistance exercise and short-term detraining. *Growth Horm IGF Res* 2001; 11: 75-83.
28. Linnamo V, Pakarinen A, Komi PV, Kraemer WJ, Hakkinen K. Acute hormonal responses to submaximal and maximal heavy resistance and explosive exercises in men and women. *J Strength Cond Res* 2005; 19: 566-71.
29. Smilios I, Piliandis T, Karamouzis M, Tokmakidis SP. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 644-54.
30. 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. *J Appl Physiol* 2000; 88: 61-5.
31. Hakkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Hakkinen A, Valkeinen H, Alen M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J Appl Physiol* 2001; 91: 569-80.
32. Elias AN, Wilson AF, Naqvi S, Pandian MR. Effects of blood pH and blood lactate on growth hormone, prolactin, and gonadotropin release after acute exercise in male volunteers. *Proc Soc Exp Biol Med* 1997; 214: 156-60.
33. Gordon SE, Kraemer WJ, Vos NH, Lynch JM, Knuttgen HG. Effect of acid-base balance on the growth hormone response to acute high-intensity cycle exercise. *J Appl Physiol* 1994; 76: 821-9.
34. Viru M, Jansson E, Viru A, Sundberg CJ. Effects of restricted blood flow on exercise-induced hormone changes in healthy men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998; 77: 517-22.
35. Kraemer WJ, Staron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Fry AC, Gordon SC, et al. The effect of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *Eur J Appl Physiol* 1998; 78: 69-76.
36. Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Hakkinen K. Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. *J Strength Cond Res* 2005; 19: 572-82.