

# ESTUDO DO COMPORTAMENTO CORTISOL, GH E INSULINA APÓS UMA SESSÃO DE EXERCÍCIO RESISTIDO AGUDO



ARTIGO ORIGINAL

STUDY OF THE BEHAVIOR OF CORTISOL, GH AND INSULIN AFTER A SESSION OF ACUTE RESISTED EXERCISE

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE CORTISOL, GH E INSULINA DESPUÉS DE UNA SESIÓN DE EJERCICIO RESISTIDO AGUDO

Autran José Silva Jr.  
(Educador Físico)<sup>1,2,3</sup>  
Markus Vinícius Campos Souza  
(Educador Físico)<sup>2</sup>  
Luciane Magri Tomaz  
(Educadora Física)<sup>2</sup>  
Danilo Rodrigues Bertucci  
(Educador Físico)<sup>1,2</sup>  
Gabriela Soares de Souza  
(Educadora Física)<sup>2</sup>  
Gustavo Henrique Rigo Vanevazzi  
(Educador Físico)<sup>2</sup>  
Júlio Conceição Filho  
(Educador Físico)<sup>2</sup>  
José Campanholi Neto  
(Educador Físico)<sup>2</sup>  
Leandro Dias Ruffoni  
(Educador Físico)<sup>2</sup>  
Nuno Manuel Frade de Sousa  
(Educador Físico)<sup>2</sup>  
Vivian Maria Arakelian  
(Educadora Física)<sup>2</sup>  
Adriana Pelegrino Pinho Ramos  
(Farmacêutica)<sup>4</sup>  
Cassiano Meirussi Neiva  
(Educador Físico)<sup>4</sup>  
Vilmar Baldissera  
(Educadora Física)<sup>1,2</sup>

1. Universidade Estadual Paulista - UNESP campus Rio Claro, Rio Claro/SP - Brasil.
2. Departamento de Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.
3. Centro Universitário da Fundação Educacional de Guaxupé, Guaxupé, MG, Brasil.
4. Laboratório de Análises Clínicas da Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

## Correspondência:

Rua Bernardino Baroni, 120,  
Guaranésia, MG, Brasil.  
37810-000. autranjsilvajr@gmail.com

## RESUMO

**Introdução:** Muitos trabalhos têm estudado o comportamento hormonal nos exercício resistido, entretanto poucos relacionam os hormônios cortisol, GH e insulina. **Objetivo:** Estudar os ajustes das concentrações plasmáticas dos hormônios cortisol, GH e insulina em exercícios resistidos de mesma intensidade com relação à massas musculares distintas. **Métodos:** Dez voluntários, com  $20,3 \pm 4,2$  anos,  $74,1 \pm 10,2$  kg de peso,  $177,2 \pm 4,6$  cm de estatura e  $23,8 \pm 3,2$  kg/m<sup>2</sup> de IMC, realizaram uma sessão de *leg press* (LP) e supino reto (SR) com quatro séries com 10 repetições a 70% 1 RM com três minutos de intervalo. Foram coletadas amostras de sangue para dosagem das concentrações plasmáticas de cortisol, GH e insulina em repouso (Pré) e em 0' (Rec. 0'), 30' (Rec. 30') e 90' (Rec. 90') de recuperação. **Resultados:** As concentrações plasmáticas de cortisol foram significativamente reduzidas ao final da recuperação em LP ( $2,20 \pm 0,37$  ng/dl para  $1,33 \pm 0,38$  ng/dl) em relação à pré-dosagem. As concentrações de GH e insulina elevaram-se significativamente durante a recuperação. GH em LP foi significativamente maior em Rec. 0' ( $2,75 \pm 3,29$  ng/ml para  $9,60 \pm 5,32$  ng/dl) do que em pré. A insulina elevou-se significativamente em Rec. 30' em LP ( $14,70 \pm 7,92$  uIU/ml para  $21,66 \pm 8,61$  uIU/ml) e em SR ( $6,17 \pm 2,99$  uIU/ml para  $19,70 \pm 13,8$  uIU/ml) em relação à pré. As concentrações plasmáticas de insulina pré em LP foram significativamente superiores a SR ( $14,70$  uIU/ml e  $6,17 \pm 2,99$  uIU/ml). **Conclusão:** O exercício resistido promoveu diferentes ajustes nas concentrações hormonais de cortisol, GH e insulina durante o período de recuperação.

**Palavras-chave:** exercício físico, cortisol, hormônio do crescimento, insulina.

## ABSTRACT

**Introduction:** Many works have studied the hormonal behavior in resistance exercise, however, few relate the cortisol, GH and insulin hormones. **Objective:** To study the adjustments of plasma concentrations of the cortisol, GH and insulin hormones in resisted exercises of the same relative intensity with different muscle masses. **Methods:** Ten volunteers, aged  $20.3 \pm 4.2$  years, weight  $74.1 \pm 10.2$  Kg,  $177.2 \pm 4.6$  cm of stature and  $23.8 \pm 3.2$  Kg/m<sup>2</sup> of BMI, underwent a session of *leg press* (LP) and *bench press* (BP) with four sets of 10 repetitions at 70% 1 RM with three minutes apart. We collected blood samples to measure plasma concentrations of cortisol, GH and insulin at rest (Pre) and 0' (Rec. 0'), 30' (Rec. 30') and 90' (Rec. 90') of recovery. **Results:** Plasma concentrations of cortisol decreased significantly at the end of the recovery in LP ( $2.20 \pm 0.37$  ng/dl to  $1.33 \pm 0.38$  ng/dl) compared to pre. The GH and insulin concentrations significantly increased during recovery. GH was significantly higher in LP Rec. 0' ( $2.75 \pm 3.29$  ng/ml to  $9.60 \pm 5.32$  ng/dl) than in pre. Insulin was significantly elevated in Rec. 30' in LP ( $14.70 \pm 7.92$  uIU/ml to  $21.66 \pm 8.61$  uIU/ml) and BP ( $6.17 \pm 2.99$  uIU/ml to  $19.70 \pm 13.8$  uIU/ml) for pre. The plasma insulin concentrations pre PL were significantly higher in the BP ( $14.70$  uIU/ml and  $6.17 \pm 2.99$  uIU/ml). **Conclusion:** Resisted exercise promoted different adjustments in hormone concentrations of cortisol, GH and insulin during the recovery period.

**Keywords:** physical exercise, hydrocortisone, growth hormone, insulin.

## RESUMEN

**Introducción:** Muchos trabajos han estudiado el comportamiento hormonal en el ejercicio de resistencia, sin embargo, pocos se refieren el cortisol, GH y las hormonas insulina. **Objetivo:** Estudiar los ajustes de las concentraciones plasmáticas de las hormonas cortisol, GH e insulina en ejercicios resistidos, de igual intensidad, en relación con las masas musculares diferentes. **Métodos:** Diez voluntarios, con  $20,3 \pm 4,2$  años,  $74,1 \pm 10,2$  kg de peso,  $177,2 \pm 4,6$  cm de estatura y  $23,8 \pm 3,2$  kg/m<sup>2</sup> de IMC, realizaron una sesión de *leg press* (LP) y supino recto (SR) con cuatro series, de 10 repeticiones a 70% 1 RM, con tres minutos de intervalo. Se recolectaron muestras de sangre para dosificación de las concentraciones plasmáticas de cortisol, GH e insulina en reposo (Pré) y en 0' (Rec. 0'), 30' (Rec. 30') y 90' (Rec. 90') de recuperación. **Resultados:** Las concentraciones plasmáticas de cortisol se redujeron significativamente al final de la recuperación en LP ( $2,20 \pm 0,37$  ng/dl para  $1,33 \pm 0,38$  ng/dl) en relación con la predosificación. Las concentraciones

de GH e insulina aumentaram significativamente durante a recuperação. GH em LP foi significativamente maior em Rec. 0' ( $2,75 \pm 3,29$  ng/ml para  $9,60 \pm 5,32$  ng/dl) em comparação com a predosificação. La insulina se elevó significativamente en Rec. 30' en LP ( $14,70 \pm 7,92$  uIU/ml para  $21,66 \pm 8,61$  uIU/ml) y en SR ( $6,17 \pm 2,99$  uIU/ml para  $19,70 \pm 13,8$  uIU/ml) en relación con la predosificación. Las concentraciones plasmáticas de insulina, predosificación, en LP fueron significativamente superiores a SR ( $14,70$  uIU/ml y  $6,17 \pm 2,99$  uIU/ml). Conclusión: El ejercicio resistido causó diferentes ajustes en las concentraciones hormonales de cortisol, GH e insulina durante el período de recuperación.

**Palabras clave:** ejercicio físico, cortisol, hormona del crecimiento, insulina.

Artigo recebido em 15/05/2012, aprovado em 07/12/2012.

## INTRODUÇÃO

O exercício resistido é base para a maioria das modalidades de treinamento desportivo que buscam aumento na força<sup>1</sup>, hipertrofia muscular<sup>2</sup> e promoção de saúde<sup>3</sup>.

Devido às suas características metodológicas (execução de esforço físico de alta intensidade intercalado com período recuperação) o exercício resistido promove importantes ajustes metabólicos e endócrino<sup>4,5</sup> e cardiovasculares<sup>6</sup>. As adaptações metabólicas e endócrinas observadas durante a realização de um esforço físico resistido devem-se aos ajustes momento a momento nas concentrações plasmáticas hormonais. Dentre estas adaptações são observadas elevações nas concentrações plasmáticas dos hormônios cortisol e hormônio do crescimento (GH)<sup>7,8</sup>, como também reduções nas concentrações plasmáticas de insulina<sup>9</sup>.

Muitos trabalhos estudam o comportamento hormonal em diferentes modelos de treinamento (hipertrofia e força)<sup>10</sup>, de intensidade com diferentes percentuais de uma contração voluntária máxima (1RM)<sup>11</sup>, de duração de intervalos<sup>12</sup> e de exercícios executados: *leg press* (LP), agachamento, supino reto (SR), flexão e extensão do joelho entre outros, entretanto os ajustes ainda não são totalmente claros; os exercícios LP e SR merecem maior atenção pois são amplamente utilizados em diferentes programas de treinamento físico. Todavia ainda não está bem claro a magnitude das respostas hormonais após uma sessão de exercício resistido padrão de LP e SR. Há necessidade de estudar o comportamento destes hormônios devido a trabalhos apresentarem resultados contraditórios entre os hormônios cortisol, GH e insulina. Dentre eles temos Mccauley *et al.*<sup>12</sup> e Nunes *et al.*<sup>10</sup> que encontraram diferentes concentrações plasmáticas de cortisol em exercício resistido. Como também, Leite *et al.*<sup>8</sup> e Hasani-Ranjbar *et al.*<sup>13</sup> observaram elevações nas concentrações plasmáticas de GH em momentos distintos durante a recuperação. Raastad *et al.*<sup>14</sup> e Hasani-Ranjbar *et al.*<sup>13</sup> encontraram reduções nas concentrações de insulina enquanto que Felsing *et al.*<sup>15</sup> elevações nas concentrações deste hormônio em exercício resistido. Deste modo o objetivo do presente é estudar os ajustes das concentrações plasmáticas dos hormônios cortisol, GH e insulina em exercícios resistidos de mesma intensidade relativa com massas musculares distintas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo constou de 10 voluntários do sexo masculino, com idade média (DP) de  $20,3 \pm 4,2$  anos, peso corporal  $74,1 \pm 10,2$  Kg, estatura total de  $177,2 \pm 4,6$  cm, índice de massa corporal de  $23,8 \pm 3,2$  kg/m<sup>2</sup>. Foram selecionados aleatoriamente do curso de Educação Física do nosso serviço que atenderam aos critérios de inclusão: estarem participando a pelo menos um ano ininterrupto de treinamento resistido com ênfase em hipertrofia muscular sem uso de qualquer recurso ergogênico e sem lesões osteomioarticulares que pudessem interferir na execução dos exercícios resistidos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, resolução 196/96 (protocolo 4066), após todos foram instruídos sobre o protocolo de pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os voluntários realizaram quatro sessões de exercícios resistidos no Laboratório de Fisiologia do Exercício do Instituto de Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de São Carlos. As duas primeiras sessões determinaram a carga máxima (1RM) e o re-teste e as demais foram execuções dos exercícios resistidos: LP e SR.

A avaliação antropométrica constou das medidas de peso corporal e altura mensurada em balança digital Tanita *body composition analyzer* TBF 310 com precisão de 100 gramas e pelo aparelho estadiômetro Wcs Wood portátil Cardiomed, Brasil.

Ateste de uma repetição máxima (1RM) para LP e SR: antes deste teste, os participantes realizaram uma breve adaptação em cada aparelho, de modo a estabelecer a correta biomecânica do exercício. Foram instruídos a executar as repetições com duração de 3 segundos, sendo 1,5 segundos para a fase concêntrica e 1,5 segundos para a fase excêntrica, controlado através de comandos verbais.

O aquecimento consistiu na execução de oito repetições com 50% de 1RM estimada (baseada em testes pilotos e percepção da força máxima individual). Após 2 minutos de repouso foram realizadas mais 3 repetições a 70% de 1RM estimada. Os estágios seguintes consistiram na determinação de 1RM, com intervalos de 5 minutos entre um total de 5 tentativas. O re-teste foi realizado 48 horas após a determinação de 1RM. Neste caso, após aquecimento, como descrito anteriormente, o voluntário iniciava o teste com a carga estabelecida na sessão anterior. O valor máximo obtido em um dos dois testes foi assumido como 1RM.

**Sessão de execução de LP e SR:** Os voluntários retornaram ao laboratório 72 horas após a realização do re-teste de 1RM para a sessão dos exercícios resistidos de LP e SR que foram executados no mesmo dia, em ordem randomizada. Antes da sessão dos testes os voluntários fizeram o mesmo aquecimento quando da realização de 1RM. As sessões apresentaram as seguintes características metodológicas: quatro séries com 10 repetições a 70% de 1RM com 30 segundos de execução por série e 3 minutos de intervalos entre as séries. A escolha desta metodologia foi devida a enorme utilização da mesma em programas de treinamento resistido.

As coletas de amostras de sangue para a dosagem das concentrações plasmáticas dos hormônios cortisol, GH e insulina ocorreram no repouso e nos tempos 0', 30' e 90' da recuperação. Foram coletadas 5 ml de sangue, por punção na veia braquial e acondicionados em tubos vacutainer, em seguidas as amostras foram centrifugado a 2800 rpm durante 5 minutos para que fossem feitas a alicotagem do plasma sanguíneo. O processo de alicotagem consistiu de armazenamento em Eppendorf devidamente identificado de 1 ml de plasma para a determinação dos hormônios. A técnica quimioimunoessência foi utilizada para a determinação dos hormônios cortisol (IMMULITE LKCO1), GH e insulina (IMMULITE LKIN1).

## Análise Estatística

Os resultados são expressos em média e desvio padrão. Todas as variáveis analisadas foram testadas ou transformadas na sua base lo-

garfímica para apresentarem uma distribuição normal (Shapiro-Wilk,  $p > 0,05$ ). O teste  $t$  de *Student* para amostras dependentes foi utilizado para comparar a concentração dos hormônios entre o LP e SR em cada momento do exercício. O teste ANOVA *one way* com *post hoc* de Tukey foi utilizado para determinar as diferenças na concentração dos hormônios entre o repouso e nos tempos 0', 30' e 90' da recuperação. O *software* utilizado foi o SPSS versão 17.0 (Somers, NY, USA) com nível de significância aceito de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os valores médios ( $\pm$  DP) das concentrações plasmáticas dos hormônios cortisol, GH e insulina em repouso e durante a recuperação para ambos os exercícios resistidos. As concentrações plasmáticas do cortisol foram semelhantes nos dois esforços físicos, sendo elevadas no repouso e reduzindo durante a recuperação. No LP a concentração em Rec. 90' foi significativamente ( $P < 0,05$ ) inferior aos momentos Pré e Rec. 0', caracterizando uma redução nas concentrações de cortisol durante a recuperação.

As concentrações plasmáticas de GH foram semelhantes entre os exercícios estudados, apresentando elevação imediatamente após o término do exercício físico e reduzindo com a recuperação. Foi no momento Rec. 0' que ambos os esforços físicos apresentaram as maiores concentrações, sendo que em LP significativamente superior a Pré. Ao final da recuperação, em Rec. 90' as concentrações de GH foram reduzidas em relação a todo o período de estudo, principalmente no LP. Neste exercício físico a concentração foi significativamente inferior.

O comportamento das concentrações de insulina em LP e SR foi semelhante, elevaram durante a recuperação apresentando a maior concentração em Rec. 30', durante toda a recuperação. O LP apresentou maiores valores que SR. No LP a concentração em Rec. 30' foi significativamente superior a Pré e a Rec. 90'. O mesmo comportamento é observado em SR, Rec. 30' apresenta concentrações superiores a Pré e Rec. 90'.

**Tabela 1.** Valores médios e DP das concentrações plasmáticas dos hormônios cortisol, GH e Insulina em ambos no repouso e em diferentes tempos da recuperação após realização de exercício resistido leg press (LP) e supino reto (SR).

Horm.	Exerc.	Pré	Rec 0'	Rec 30'	Rec 90'
Cortisol (ng/dl)	LP	2,20 $\pm$ 0,37	1,97 $\pm$ 0,36	1,85 $\pm$ 0,55	1,33 $\pm$ 0,38 <sup>a,b</sup>
	SR	2,25 $\pm$ 0,23	2,00 $\pm$ 0,82	2,15 $\pm$ 0,61	1,41 $\pm$ 0,55
GH (ng/ml)	LP	2,75 $\pm$ 3,29	9,60 $\pm$ 5,32 <sup>a</sup>	6,56 $\pm$ 7,16	0,77 $\pm$ 0,97 <sup>a,c</sup>
	SR	3,09 $\pm$ 4,49	6,76 $\pm$ 5,54	6,28 $\pm$ 6,63	2,34 $\pm$ 3,09
Insulina (uIU/ml)	LP	14,70 $\pm$ 7,92 <sup>d</sup>	16,70 $\pm$ 9,49	21,66 $\pm$ 8,61 <sup>a</sup>	8,5 $\pm$ 5,98 <sup>c</sup>
	SR	6,17 $\pm$ 2,99	9,74 $\pm$ 3,6	18,70 $\pm$ 13,8 <sup>a</sup>	5,25 $\pm$ 3,85 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Significativamente diferente de Pré; <sup>b</sup> Significativamente diferente de Rec 0'; <sup>c</sup> Significativamente diferente de Rec 30'; <sup>d</sup> Significativamente diferente de SR ( $p < 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

O presente trabalho analisou o comportamento das concentrações plasmáticas dos hormônios cortisol, GH e insulina em exercícios resistidos de mesma intensidade relativa com relação ao percentual de 1RM, porém com massas musculares distintas, com recrutamento de grupos musculares dos membros inferiores no esforço físico de LP e grupamento dos membros superiores em SR. Foram observadas reduções nas concentrações de cortisol e elevações nas concentrações nos demais hormônios durante o período de recuperação considerado.

O hormônio cortisol tem importante papel no controle da glicemia durante a realização do esforço físico por elevar as concentrações plasmáticas dos substratos aminoácidos, ácido graxos livres (AGL) e glicerol, que permitem ao hepatócito incrementar a gliconeogênese hepática.

Somado a estes efeitos, o cortisol diminui a entrada de glicose para os tecidos, principalmente os músculos esqueléticos<sup>16</sup>.

As concentrações plasmáticas do cortisol no presente estudo foram contraditórias as encontradas por Nunes *et al.*<sup>10</sup> que encontraram elevações nas concentrações deste hormônio nos 3 protocolos de esforço físico empregados: esforço de endurance (4 séries de 12 repetições a 60% de 1RM e 1 minuto de intervalo), hipertrofia (uma série com intensidades proporcionais a 5RM, 4RM, 3RM, 2RM e 1RM com 3 minutos de intervalo e seguidas por três séries de 10RM com 2 minutos de intervalo) e potência (três séries de 10 repetições a 50% 1RM com 3 minutos de intervalo). Foram utilizados supino reto, agachamento e flexão do antebraço sobre o braço e o volume da sobrecarga foi mais intenso, respectivamente no protocolo de hipertrofia, de endurance e de potência. Os autores concluíram que o comportamento do cortisol está relacionado à intensidade do esforço realizado e que em esforços mais intensos tenderam a induzir maiores concentrações devido a elevação demanda metabólica. Acreditamos que este comportamento contraditório em relação ao estudo de Nunes *et al.*<sup>10</sup> seja devido ao protocolo utilizado que apresentou cargas ascendentes e mais intensas e um número maior de exercícios físicos quando comparados com nosso estudo. McCaulley *et al.*<sup>12</sup> estudaram o comportamento do cortisol (pré e na recuperação: imediatamente após: IP e a 60 minutos) em três protocolos de exercício resistido: *hypertrophy* (H: quatro séries de 10 repetições a 75% 1RM com 90 segundos de intervalo), *strenght* (S: 11 séries de três repetições a 90% de 1RM e cinco minutos de intervalo) e *Power* (P: oito séries de seis repetições a 0% 1RM com três minutos de intervalo) em um único exercício resistido: agachamento. Os autores observaram elevações nas concentrações de cortisol em IP somente no protocolo H e concluíram que tal comportamento seja devido à intensidade do esforço físico, pois resultou em maior atividade muscular que os demais acarretando elevações nas concentrações cortisol. Nosso protocolo apresentou importantes diferenças metodológicas, tais como um menor %1RM e maior intervalo entre as séries, talvez tenha acarretado menor intensidade e, portanto, menores concentrações de cortisol durante a recuperação.

A intensidade do esforço proposto apresenta um importante fator para o comportamento das concentrações de cortisol tanto em exercícios contínuos, mas principalmente em exercícios resistidos<sup>11,17-20</sup>. A importância da intensidade fica evidente no estudo de Smilios *et al.*<sup>21</sup> que consistiu de três diferentes protocolos: *maximal strength* (MS, cinco repetições a 88% 1RM com 3 minutos de intervalo entre as séries); *muscular hypertrophy* (MH, 10 repetições a 75% de 1RM com 2 minutos de intervalo entre as séries) e *strenght endurance* (SE, 16 repetições a 60% de 1RM com um minuto de intervalo entre as séries). Os protocolos MS e MH foram repetidos dois, quatro e seis vezes e o protocolo SE apenas duas e quatro vezes e os exercícios foram supino, puxada atrás e agachamento. As concentrações de cortisol elevaram nos protocolos MH (4 x 10 repetições) e em SE (2 x 15 e 4x15 repetições), nos demais ocorreram reduções como observado em nosso estudo. Nossa metodologia foi muito próxima a MH, todavia com menor intensidade e menor tempo de intervalo. Tais diferenças possam ter contribuído para a contradição nas respostas de cortisol entre os dois estudos.

O intervalo entre as séries apresenta importante fator sobre intensidade e as respostas do cortisol durante o exercício resistido. Bottaro *et al.*<sup>22</sup> estudaram diferentes períodos de intervalos em um protocolo de três séries de 10RM com 30, 60 e 90 segundos de intervalo nos exercícios extensão e flexão do joelho, agachamento e *leg press*. As concentrações de cortisol foram elevadas no esforço com intervalo menor. Os autores acreditam que a elevação no estresse fisiológico seja devido a curta duração do intervalo. Em nosso estudo utilizamos

intervalo entre as séries mais extenso o que poderia induzir em um menor estresse fisiológico e assim menores respostas. O outro aspecto importante é que no estudo citado os voluntários realizaram quatro exercícios resistidos de membros inferiores em uma única sessão tornando o estresse fisiológico mais intenso e portanto, elevando as concentrações de cortisol.

A redução na concentração plasmática de cortisol observada em nosso estudo durante o período de recuperação acredita ser devida a menor intensidade nos exercícios resistidos de LP e SR evidenciada por um menor percentual do 1RM, menor quantidade de exercícios propostos e um maior intervalo entre as séries. Como as respostas do cortisol são proporcionais a intensidade, em nosso estudo a intensidade apresentou ser menor que nos trabalhos citados anteriormente.

O exercício resistido é um importante estímulo fisiológico para a elevação das concentrações de GH durante o exercício físico<sup>7,8,13,23</sup>. O GH, como o cortisol, também apresenta importante função no controle da glicemia ao promover elevação dos substratos que estimulam a gliconeogênese hepática<sup>24</sup>. Em nosso estudo podemos observar tal comportamento, as concentrações de GH elevaram na recuperação com pico em Rec. 15' no leg press e supino reto.

Hasani-Ranjbar *et al.*<sup>13</sup> estudaram o efeito da intensidade do esforço sobre as respostas de GH após realização de exercícios resistidos com intensidade entre 70 a 80% de 1RM e observaram elevação na concentração plasmática na recuperação com pico após duas horas de realização do esforço. A importância da intensidade sobre as respostas de GH fica evidenciada no estudo de Leite *et al.*<sup>8</sup> Os voluntários realizaram duas sessões de exercícios resistidos (supino inclinado, puxada a frente extensão e flexão do joelho e *leg press*) a primeira consistida de três séries a 80% de 6 RM e a segunda de três séries a 80% de 12RM com 2 minutos de intervalo entre as séries em ambas as sessões. Os resultados demonstram que em ambas ocorreram elevação nas concentrações de GH imediatamente após a realização do esforço físico, entretanto em 80% de 12RM foram significativamente superiores. Estes resultados corroboram com os obtidos em nosso estudo que encontrou elevações de GH durante a recuperação, apesar das metodologias apresentarem diferenças, os estudos caracterizaram por esforços físicos com elevada intensidade.

A metodologia dos exercícios resistidos apresenta ser um fator importante sobre a intensidade do esforço e assim no comportamento do GH. Yarrow *et al.*<sup>25</sup> compararam as respostas de GH durante o repouso e recuperação (imediatamente, 15', 30' 45' e 60') entre dois protocolos de treinamento: tradicional e excêntrico. Ambos os protocolos apresentaram elevações nas concentrações de GH, sendo mais acentuada no excêntrico. Smilios *et al.*<sup>21</sup> encontraram significativas elevações em protocolos com quatro séries de 15 repetições (60% de 1RM) e de 10 repetições (75% 1RM).

Os intervalos entre as séries também desempenham papel fundamental sobre a intensidade do esforço e respostas de GH. Rahimi *et al.*<sup>26</sup> estudaram o comportamento do GH (repouso e imediatamente após e em 30' de recuperação) em exercício resistido (quatro séries de 85% de 1RM) com 60", 90" e 120" de intervalo. Os autores concluíram que o intervalo é importante variável nas respostas hormonais e que quanto menores forem, maiores sobrecargas eles promovem. Tais resultados são corroborados por Botaro *et al.*<sup>22</sup> que encontram maiores concentrações em exercícios resistidos com 30 segundos de intervalo. No presente estudo foi utilizado um intervalo maior, entretanto foram encontradas significativas elevações de GH quando comparadas ao repouso em ambos os exercícios resistivos.

Os estudos de Smilios *et al.*<sup>21</sup>; Botaro *et al.*<sup>22</sup> e Yarrow *et al.*<sup>25</sup> encontraram elevações no GH na recuperação como observado em nosso

estudo, entretanto somente Yarrow *et al.*<sup>25</sup> observaram concentrações elevadas no 15' de recuperação. Podemos observar que a resposta deste hormônio em relação ao exercício resistido seja imediata e intensa.

Widdowson *et al.*<sup>24</sup> afirmam que indivíduos com deficiência em GH apresentam redução na massa muscular e consequentemente redução na força. Os autores concluem que a massa muscular envolvida no durante o esforço físico é um importante variável na resposta de GH. Quando comparamos as respostas de GH entre os exercícios resistidos observamos que o LP apresentou maiores elevações durante toda a recuperação quando comparado com SR. Esse comportamento acreditamos ser devido a maior grupamento muscular envolvido na execução do esforço físico.

Assim podemos observar que a elevação nas concentrações plasmáticas de GH encontradas nos dois exercícios resistidos foi devida a intensidade do esforço proposto. Acreditamos que 70%1RM e quatro séries com 10 repetições em LP e SR foram suficientes para induzir estresse fisiológico e elevação nas concentrações de GH.

Juntamente com cortisol e GH, a insulina apresenta importante papel no controle da glicemia, entretanto promovendo efeitos fisiológicos contrários a estes hormônios. A insulina promove a hipoglicemia ao elevar o transporte de glicose para dentro os tecidos onde são metabolizadas ou armazenadas na forma de glicogênio muscular ou hepático<sup>27</sup>.

Poucos estudos relacionam o comportamento de insulina durante exercício resistido, dentre eles temos o estudo de Raastad *et al.*<sup>14</sup> Os autores compararam o comportamento de insulina entre dois modelos de exercício resistido com 3 repetições a 100% 1RM e 6 repetições a 70% de 1RM. As concentrações de insulina não diferiram entre os protocolos durante o esforço físico e a primeira hora de recuperação. Este comportamento também foi encontrado por Hasani-Ranjbar *et al.*<sup>13</sup> que estudaram as concentrações plasmáticas de insulina e GH durante a recuperação (imediatamente após [IP], 5 e 8 horas) após realização de uma sessão de exercício resistido (*chest press* e flexão e extensão de joelho) com quatro séries de 10 a 12 repetições a 70 a 80% 1RM com 2 minutos de intervalo. Foram observadas elevações nas concentrações de GH e reduções de insulina imediatamente após a realização do esforço. Quando comparamos nossos resultados observamos que o comportamento das concentrações plasmáticas de GH é semelhante, entretanto de insulina foi contraditório. Em nosso estudo observamos uma expressiva elevação nas concentrações em Rec. 30'.

O comportamento da concentração plasmática de insulina encontrada em nosso estudo parece ser contraditório em relação aos estudos citados anteriormente, visto que encontramos elevações nas concentrações plasmáticas. Todavia, Dominici *et al.*<sup>28</sup> observaram que GH em elevadas concentrações apresenta um efeito hiperglicemiante e acarreta resistência periférica à insulina pela redução dos níveis dos seus receptores (*insulin receptor: IR*) e diminuição da atividade da tirosina quinase, acarretando resistência à insulina e um estado hiperinsulínico. Nós observamos elevações nas concentrações plasmáticas de GH durante o período de Rec.0' até Rec. 30' em ambos os exercícios físico, onde a maior concentração ocorreu em Rec. 0'. Entretanto em nosso estudo não foi avaliada a atividade de *IR* e da enzima tirosina quinase. Porém, acreditamos que a elevação de GH observada e mantida até Rec. 30', possa ter influenciado o comportamento das respostas de insulina em ambos os exercícios.

Felsing *et al.*<sup>15</sup> compararam as respostas de GH e insulina em ciclo ergômetro com durações de 1, 5, e 10 minutos abaixo e acima do limiar anaeróbico (LA) em cargas constantes separados por um período de recuperação de 1h. Os resultados demonstraram que as concentrações de ambos os hormônios foram maiores no exercício acima



do LA em esforço com duração acima de 10 minutos. E concluem que exercícios com esta duração e intensidade acima do LA tendem a elevar as respostas hormonais de GH e insulina. Nosso protocolo teve duração acima de 10 minutos. Entretanto apresentou uma metodologia diferente, usamos exercícios resistidos e não contínuos, mas que induziram uma sobrecarga nos exercícios, entretanto utilizamos porcentagem 1RM diferentemente do estudo citado anteriormente que foi no LA. Contudo, também observamos elevações nas concentrações plasmáticas de insulina e GH como observado no trabalho de Felsing *et al.*<sup>15</sup>

A resposta contraditória das concentrações plasmáticas da insulina em nosso estudo quando comparados a outros trabalhos pode ser explicada devido à provável ação do GH, por influenciar a atividade insulina receptor.

## CONCLUSÃO

O exercício resistido, aplicado neste estudo promoveu diferentes ajustes nas concentrações plasmáticas dos hormônios cortisol, GH e insulina durante o período de recuperação. Em relação ao cortisol observamos um comportamento divergente daquele encontrado na

literatura, durante a recuperação observamos redução nas concentrações de cortisol. Este comportamento acredita-se possa ser devido a metodologia utilizada no estudo, onde foi utilizado apenas um único exercício resistido e assim, uma baixa demanda metabólica. Entretanto, tal esforço físico foi suficiente para elevar as concentrações plasmáticas de GH. As elevadas concentrações plasmáticas de GH na recuperação apresentaram um importante mecanismo de regulação sobre a insulina em nosso estudo. Possivelmente possa ter reduzido os níveis do receptor de insulina ou a atividade da tirosina quinase, mesmo que não tenhamos estudado tais variáveis.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos participantes deste estudo pelo seu tempo e esforço. Aos laboratórios de Bioquímica do Departamento de Ciências Fisiológicas da UFSCar e Análises Clínicas da UNAERP.

---

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

---

## REFERÊNCIAS

1. MacDonald CJ, Lamont HS, Garner JC. A comparison of the effects of six weeks of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of strength and anthropometrics. *J Strength Cond Res.* 2012; 26(2):422-31.
2. Arandjelović O. Common variants of the resistance mechanism in the Smith machine: analysis of mechanical loading characteristics and application to strength-oriented and hypertrophy-oriented training. *J Strength Cond Res.* 2012;26(2): 350-63.
3. Minges KE, Cormick G, Unglik E, Dunstan DW. Evaluation of a resistance training program for adults with or at risk of developing diabetes: an effectiveness study in a community setting. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2011;25:8:50.
4. West DW, Phillips SM. Associations of exercise-induced hormone profiles and gains in strength and hypertrophy in a large cohort after weight training. *Eur J Appl Physiol.* 2011;112(7):2693-702.
5. Lovell DI, Cuneo R, Wallace J, McLellan C. The hormonal response of older men to sub-maximum aerobic exercise: The effect of training and detraining. *Steroids.* 2012; 77(5):413-8.
6. Stec MJ, Rawson ES. Estimation of Resistance Exercise Energy Expenditure Using Triaxial Accelerometry. *J Strength Cond Res.* Jan 3 2012. [Epub ahead of print]
7. Matsuse H, Nago T, Takano Y, Shiba N. Plasma growth hormone is elevated immediately after resistance exercise with electrical stimulation and voluntary muscle contraction. *Tohoku J Exp Med.* 2010. 222(1):69-75.
8. Leite RD, Prestes J, Rosa C, De Salles BF, Maior A, Miranda H, et al. Acute effect of resistance training volume on hormonal responses in trained men. *J Sports Med Phys Fitness.* 2011;51(2):322-8.
9. Reed ME, Ben-Ezra V, Biggerstaff KD, Nichols DL. The effects of two bouts of high- and low-volume resistance exercise on glucose tolerance in normoglycemic women. *J Strength Cond Res.* 2012;26(1):251-60.
10. Nunes JA, Crewther BT, Ugrinowitsch C, Tricoli V, Viveiros L, de Rose D Jr, et al. Salivary hormone and immune responses to three resistance exercise schemes in elite female athletes. *J Strength Cond Res.* 2011;25(8):2322-7.
11. Walker S, Taipale RS, Nyman K, Kraemer WJ, Häkkinen K. Neuromuscular and hormonal responses to constant and variable resistance loadings. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(1):26-33.
12. McCauley GO, McBride JM, Cormie P, Hudson MB, Nuzzo JL, Quindry JC, et al. Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2009;105:695-704.
13. Hasani-Ranjbar S, Soleymani Far E, Heshmat R, Rajabi H, Kosari H. Time course responses of serum GH, insulin, IGF-1, IGFBP1, and IGFBP3 concentrations after heavy resistance exercise in trained and untrained men. *Endocrine.* 2012;41(1):144-51.
14. Raastad T, Bjoro T, Hallen J. Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2000;82:121-8.
15. Felsing NE, Brasel JA, Cooper DM. Effect of low and high intensity exercise on circulating growth hormone in men. *J Clin Endocrinol Metab.* 1992;75(1):157-62.
16. Duclos M, Gouarne C, Bonnemaison D. Acute and chronic effects of exercise on tissue sensitivity to glucocorticoids. *J Appl Physiol.* 2003;94:869-75.
17. Lusa CE, Lhullier FL, Arias BM, Marczewski SE, Bueno AM, Spinelli R, et al. Salivary hormonal responses to resistance exercise in trained and untrained middle-aged men. *J Sports Med Phys Fitness.* 2009;49(3):301-7.
18. Fry AC, Lohnes CA. Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance. *Fiziol Che-loveka.* 2010;36(4):102-6.
19. Hough JP, Papacosta E, Wraith E, Gleeson M. Plasma and salivary steroid hormone responses of men to high-intensity cycling and resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2011;25(1):23-31.
20. Nakamura Y, Aizawa K, Imai T, Kono I, Mesaki N. Hormonal responses to resistance exercise during different menstrual cycle states. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(6):967-73.
21. Smilios I, Piliandis T, Karamouzis M, Tokmakidis SP. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(4):644-54.
22. Bottaro M, Martins B, Gentil P, Wagner D. Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal responses in trained women. *Journal Sci Med Sport.* 2009;12:73-8.
23. Sartorio A, Agosti F, De Col A, Marazzi N, Rastelli F, Chiavaroli S, Lafortuna CL, et al. Growth hormone and lactate responses induced by maximal isometric voluntary contractions and whole-body vibrations in healthy subjects. *J Endocrinol Invest.* 2011;34(3):216-21.
24. Widdowson WM, Healy ML, Sönksen PH, Gibney J. The physiology of growth hormone and sport. *Growth Horm IGF Res.* 2009;19(4):308-19.
25. Yarrow JF, Borsa PA, Borst SE, Sitren HS, Stevens BR, White LJ. Neuroendocrine responses to an acute bout of eccentric-enhanced resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(6):941-7.
26. Rahimi R, Qaderi M, Faraji H, Boroujerdi SS. Effects of very short rest periods on hormonal responses to resistance exercise in men. *J Strength Cond Res.* 2010;24(7):1851-9.
27. Kanzaki M. Insulin receptor signals regulating GLUT4 translocation and actin dynamics. *Endocr J.* 2006;53(3):267-93.
28. Dominici FP, Turyn D. Growth hormone-induced alterations in the insulin-signaling system. *Exp Biol Med (Maywood).* 2002;227(3):149-57.