

TREINAMENTO DE FORÇA MÁXIMA SEGUIDO DE HIPERTROFIA PROMOVE MAIOR DANO MUSCULAR SEM AFETAR A SECREÇÃO DE CORTISOL EM HALTEROFILISTAS

Ladislau Chaves dos Santos¹ ladispb@hotmail.com

Marcos Antônio Pereira dos Santos² marcosblue@hotmail.com

James Silva Moura Junior¹ jamesmourajr@gmail.com

Alexandre Sérgio Silva¹ ass974@yahoo.com.br

doi:10.3900/fpj.9.1.39.p

Santos LC, Santos MAP, Moura Júnior JS, Silva AS. Treinamento de força máxima seguido de hipertrofia promove maior dano muscular sem afetar a secreção de cortisol em halterofilistas. *Fit Perf J.* 2010 jan-mar;9(1):39-45.

RESUMO

Introdução: Altos volumes e intensidades de treino são utilizados por atletas como meio para maximizar a *performance*. Porém o excesso pode gerar *overtraining*, com prejuízos para *performance* e saúde. O objetivo deste estudo foi investigar a atividade catabólica muscular (secreção de creatinoquinase e cortisol) gerada por um treinamento de hipertrofia (HIP) ou uma sessão de força máxima seguido imediatamente por outra de hipertrofia (DT), comumente usado por halterofilistas. **Materiais e Métodos:** Cinco atletas de levantamento básico ($19 \pm 2,07$ anos) foram submetidos a coletas sanguíneas antes, imediatamente ao final e 24 horas após os treinamentos de HIP e DT, para mensuração de creatinoquinase e cortisol. **Resultados:** Tanto o HIP quanto o DT promoveram aumentos significativos ($p < 0,05$) de creatinoquinase ($105,2 \pm 62,9$ U/l para $151,6 \pm 91,9$ U/l em HIP; $149,2 \pm 91,2$ U/l para $396,8 \pm 169,5$ U/l em DT). O DT promoveu um aumento relativo maior que HIP (166% contra 44,1%) do cortisol, mas sem elevação significativa em nenhum dos procedimentos. **Discussão:** Conclui-se que uma única sessão de DT promove um dano muscular (secreção de creatinoquinase) bem maior que um treino apenas de HIP, sem promover alteração aguda significativa na secreção de cortisol.

PALAVRAS-CHAVE

Creatinoquinase; Cortisol; Hipertrofia; Exercício físico.

¹ Laboratório de Estudos do Treinamento Físico Aplicado ao Desempenho e Saúde (LETFADS) – Universidade Federal da Paraíba

² Departamento de Educação Física – Universidade Federal do Piauí

MAXIMUM STRENGTH TRAINING FOLLOWED BY HYPERTROPHY TRAINING PROMOTES A HIGHER MUSCULAR DAMAGE WITHOUT AFFECT THE CORTISOL SECRETION IN BODYBUILDERS

ABSTRACT

Introduction: High volumes and intensities of training are used by athletes as a means to maximize performance. However, the excess can generate overtraining, with damage to the performance and health. The aim of this study was to investigate the catabolic muscle activity (creatinokinase and cortisol) created by a hypertrophy training (HIP) or a maximum force session followed immediately by other of hypertrophy (DT), commonly used by weight lifters. **Materials and Methods:** Five athletes of basic lifting ($19,6 \pm 2,07$ years) were submitted to blood draw before, immediately at the end and 24 hours after the HIP and DT trainings, for creatine kinase and cortisol measures. **Results:** As much as the HIP as the DT promoted significant increases of Creatine kinase ($105,2 \pm 62,9$ U/l to $151,6 \pm 91,9$ U/l in HIP; $149,2 \pm 91,2$ U/l to $396,8 \pm 169,5$ U/l in DT). The DT promoted a relative increase greater than the HIP (166% against 44,1%), but without significant increase for the cortisol in any procedure. **Discussion:** It is concluded that only one session of DT promotes a muscular injury greater than just hypertrophy training, without promoting significant acute change in cortisol secretion.

KEYWORDS

Creatine kinase; Cortisol; Hypertrophy; Physical exercise.

EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA MÁXIMA SEGUIDO DE HIPERTROFIA LLEVA A UN GRAN DAÑO MUSCULAR SIN AFECTAR LA LIBERACIÓN DE CORTISOL EN LEVANTADORES DE PESAS.

RESUMEN

Introducción: El alto volumen y la intensidad de entrenamiento son utilizados por los atletas como un medio para maximizar el rendimiento. Sin embargo, el exceso puede generar un sobreentrenamiento, con pérdidas de rendimiento y salud. El objetivo de este estudio fue investigar la actividad catabólica muscular (creatinocinase y cortisol) generada por un entrenamiento de hipertrofia (HIP) o una sesión de fuerza plena seguida inmediatamente por otro de hipertrofia (DT), comúnmente utilizados por halterofilistas. **Material y métodos:** Cinco atletas de levantamiento básico ($19,6 + 2,07$ años) se presentaron a las muestras de sangre antes, inmediatamente al final y 24 horas después de los entrenamientos de HIP y DT, para la medición de cortisol y creatinocinase. **Resultados:** Tanto el HIP como el DT promovieron un aumento significativo en creatinocinase ($105,2 + 62,9$ U / l para $151,6 + 91,9$ U l en HIP, $149,2 + 91,2$ U / l para $396,8 + 169,5$ U / l en DT. El DT) promovió un aumento superior a la de HIP (166% contra 44,1%), pero sin elevación significativa en el cortisol en cualquiera de los procedimientos. **Conclusión:** Se concluye que una única sesión de DT promueve un daño mayor que un entrenamiento sólo de hipertrofia, sin promover cambios significativos en la secreción de cortisol.

PALABRAS CLAVE

Creatinocinase; Cortisol; Hipertrofia; Ejercicio físico.

INTRODUÇÃO

A musculação é uma modalidade que tem sido muito praticada com caráter recreativo e de promoção de saúde nas últimas décadas. Também é praticada de forma competitiva, especificamente por uma modalidade denominada halterofilismo e outra chamada fisiculturismo. O halterofilista ou levantador de pesos compete com a intenção de levantar o maior peso possível, enquanto o fisiculturista treina com objetivo de exibir a maior massa muscular possível nas competições¹.

O halterofilista realiza treinos priorizando a força máxima, sendo que a hipertrofia é consequência secundária deste processo. Já o fisiculturista utiliza métodos de treinamento que promovem menores aumentos de força e prioriza grandes aumentos da massa muscular².

O treino de hipertrofia também aumenta a força máxima, de modo que halterofilistas também usam a hipertrofia como recurso para ganhos de força³. Por causa disso, atualmente, nas academias, há um grande número de praticantes que querem desenvolver, em conjunto, força e hipertrofia. Para obter estes resultados, eles se utilizam de um procedimento chamado de duplo treino (DT), que consiste em treinar a variável força máxima e em seguida treinar hipertrofia, em uma mesma sessão de treinamento, sem intervalo entre estes dois treinamentos.

No entanto, o DT pode conduzir a uma carga diária de treinamento muito alta, com a possibilidade de que esta prática conduza a um estado de síndrome do *overtraining*, o qual se caracteriza por alterações patológicas nas funções imune, nervosa e hormonal que conduzem o atleta para uma perda de capaci-

dade para o rendimento físico e grande catabolismo protéico, com reduções visíveis na massa muscular⁴.

Uma das consequências de um estado de *overtraining* é um aumento da secreção do hormônio cortisol. Embora tenha função protetora para o organismo, este hormônio apresenta algumas funções consideradas inconvenientes para os propósitos de um fisiculturista, como catabolizar o tecido muscular e acumular gordura, principalmente na região abdominal^{5, 6, 7}. A análise de sua concentração sérica, isoladamente ou relacionada a outros hormônios como a testosterona, é considerada atualmente ferramenta indicadora de um possível excesso de treinamento e de um indesejável processo catabólico⁸.

A atividade sérica das enzimas creatinoquinase (CK) e lactatodesidrogenase (LDH) é indicadora de que ocorreu processo catabólico muscular em resposta a vários estímulos (lesões, aplicações intravenosas de medicamentos injetáveis, infarto do miocárdio e presença de doenças neuromotoras). Se esses estímulos são controlados, essa atividade enzimática pode ser utilizada para monitoração das respostas catabólicas ao exercício⁹.

Embora essas ferramentas tenham sido usadas para diagnosticar possível desequilíbrio entre as cargas de treino/descanso em muitas modalidades esportivas como natação¹⁰, corrida¹¹, karatê¹² e mesmo na musculação^{13, 14, 15}, até o momento não foram conduzidos estudos para verificar as respostas do organismo a um DT.

Diante disso, a proposta deste estudo foi elucidar os efeitos fisiológicos promovidos pelo DT na atividade do hormônio catabólico cortisol e no dano muscular (creatinoquinase) em atletas halterofilistas de nível competitivo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi previamente aprovado pelo comitê de ética e pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba, sob o número 1466/07. Previamente à participação no estudo, todos os sujeitos foram solicitados a assinar o termo de consentimento livre e esclarecido, conforme resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde¹⁶. Os autores declaram que não existem conflitos de interesse na publicação deste trabalho.

Este estudo foi desenvolvido com a população de 38 halterofilistas que praticam levantamentos básicos e são filiados à Federação Paraibana de Levantamentos Básicos (FPBLB). Desta população, foram selecionados cinco atletas, escolhidos aleatoriamente, por meio de um sorteio dentre os 38 atletas fi-

liados, com faixa etária de 18 a 23 anos, média de idade de $19 \pm 2,07$ anos. As características antropométricas destes sujeitos estão apresentadas na tabela 1. Como critérios de inclusão, eles tinham que ter ao menos um ano de atividades na musculação e no levantamento básico e ainda vir há pelo menos seis meses realizando o DT na temporada em que foi desenvolvido o estudo. Por outro lado, sujeitos que estivessem realizando quaisquer outras modalidades de treinamento no momento do estudo (outros métodos de treinamento resistido, atividades aeróbias e outras) foram excluídos da amostra.

Tabela 1 – Características antropométricas dos sujeitos do estudo

Variável	Média \pm Desvio padrão
Estatura (m)	1,73 \pm 0,10
Peso Corporal (Kg)	65,18 \pm 9,87
IMC (Kg/m ²)	21,46 \pm 2,40
Percentual de gordura * (%)	5,12 \pm 2,4
Perímetro de braço (cm)	33,94 \pm 3,12
Perímetro de tórax (cm)	95,3 \pm 6,49
Perímetro de abdome (cm)	74,3 \pm 6,11
Perímetro de coxa (cm)	50,7 \pm 5,93

Valores são média e desvio-padrão para os cinco sujeitos do estudo. * Percentual de gordura com base no protocolo de Jackson e Pollock³⁴.

Preparação dos sujeitos: os atletas voluntários da pesquisa ficaram 48 horas sem realizar seus treinamentos antes da coleta dos dados. Ainda foram solicitados a evitar atividades físicas intensas em alguma tarefa cotidiana, não ingerir bebidas alcoólicas e comunicar caso precisassem aplicar injeções intramusculares desde 48 horas antes até o final da coleta dos dados.

Na data da coleta de dados, os atletas encontravam-se no período de competição e estavam encerrando o microciclo regenerativo. Nesse período, volume e intensidade do treinamento são substancialmente reduzidos com o objetivo de proporcionar recuperação completa do organismo a fim de proporcionar adaptação e evitar sobre-treinamento¹⁷.

Protocolos de treinamento: foi realizado um treino com característica de hipertrofia (HIP) apenas e um outro denominado de DT, que foi constituído por uma sessão de treino de força máxima seguida imediatamente de uma sessão de treino de hipertrofia (DT). Estes dois procedimentos foram separados entre si por 48 horas. A ordem da coleta de dados foi definida aleatoriamente, tendo sido selecionado primeiro o DT e depois o HIP.

Uma semana antes do estudo, os atletas participaram de um teste de 1RM para todos os exercícios que seriam utilizados no treino HIP e no DT. Com base nestes resultados, calculou-se uma carga de 80% de 1 RM para que os atletas pudessem realizar oito a dez repetições no procedimento HIP. Para o DT, as cargas variaram de 80% a 105% de 1 RM, conforme descrito adiante com mais detalhes².

A sessão HIP consistiu de quatro séries, de oito a dez repetições, tendo 1 minuto de intervalo entre cada série e entre cada exercício. A velocidade de execução obedeceu à cadência de 4020 (quatro segundos de fase excêntrica, dois segundos de fase concêntrica e sem tempo de transição entre estas fases) e com os seguintes exercícios: supino inclinado, crucifixo plano, cross over; puxada alta, remada baixa e remada unilateral com halteres, leg press 90°, hack machine e extensora. A Nomenclatura dos exercícios foi baseada em Delavier¹⁸. Todos os exercícios foram realizados com peso livre ou em máquinas adaptadas para uso exclusivo com anilhas.

O DT começou pelo treino de força composto por seis séries de cargas crescentes e repetições decrescentes, variando de seis a uma. Os atletas eram orientados a fazer 6 repetições com 80% da carga de 1 RM, 5 com 85%, 4 com 90%, 2 com 95%, 1 com 100% e tentaria 1 repetição com 105%, tendo entre as séries e os exercícios um intervalo de 2 minutos. Seguiu-se uma segunda parte caracterizada por um treino de hipertrofia, que foi desenvolvida de forma idêntica à sessão HIP².

Imediatamente antes destas duas sessões, um alongamento padrão foi realizado pelos sujeitos, constituído por uma extensão de ombro com flexão de cotovelos atrás da cabeça, flexão de quadril em pé, rotação torácica e uma flexão de joelho em pé. Depois do alongamento, foi realizado um aquecimento constituído por polichinelo, saltos verticais curtos e rápidos (saltitos) e por fim um desenvolvimento completo (agachamento com a barra e os braços estendidos para baixo mais um arremesso da barra para cima da cabeça).

Durante os treinos, foi permitido ao atleta ingerir apenas água, conforme suas necessidades individuais. Todos foram instruídos a não utilizar qualquer suplemento desde 24 horas antes do primeiro procedimento até o momento da última coleta sanguínea do estudo.

Coleta sanguínea e análise da CK e Cortisol: coletas sanguíneas foram realizadas 30 minutos antes, imediatamente ao final dos treinamentos e após 24 horas decorridas do final das sessões. A coleta sanguínea feita antes do treino foi utilizada para mensuração do cortisol e da CK séricos de repouso. A coleta feita

imediatamente após o treino teve por objetivo a mensuração do cortisol em resposta aos dois treinamentos, enquanto a coleta sanguínea 24 horas pós-treino foi feita para se avaliar a resposta da CK aos exercícios realizados.

Para a coleta sanguínea, o atleta precisou estar de jejum desde as 22:00 horas do dia anterior, realizando este procedimento entre 08:00 e 08:15 h da manhã. Depois, os atletas fizeram um desjejum, constituído de um sanduíche de queijo de coalho com um copo de 300 ml de suco de laranja. O treinamento se iniciou 30 minutos após este lanche.

A coleta sanguínea foi feita por um enfermeiro, na própria academia, onde foram realizados os treinos. Em uma sala isolada e seguindo todos os procedimentos de assepsia, foram retirados 5 ml de sangue venoso da veia braquial, em cada coleta, e dispostos em tubos heparinizados. O transporte da coleta sanguínea para o laboratório foi feito imediatamente após cada coleta, em caixas térmicas contendo gelo. As amostras foram centrifugadas logo após a chegada ao laboratório a 1500 rpm por 20 minutos e depois foram refrigeradas a -20° C até a análise, que ocorreu cinco dias após a coleta.

A CK foi medida por espectrofotometria UV, utilizando-se o kit comercial da Labtest Diagnostic (MG, Brasil). A leitura foi feita no comprimento de 340 nm. A avaliação da concentração de cortisol sérico foi feita pelo método de radioimunoensaio, utilizando-se kit comercial Coat-a-Coat (DPC, EUA).

Tratamento estatístico: os dados estão apresentados como resultados individuais, média e desvio-padrão da média. Diferenças de concentração do cortisol e da enzima CK entre os momentos basal e pós-treino foram testadas por meio do teste T-Student para amostras pareadas. O teste T-Student para amostras independentes, ou o seu correspondente não paramétrico de Mann Whitney, foi utilizado para comparar as concentrações iniciais e finais de CK e cortisol entre os procedimentos HIP e DT. Assumiu-se um nível de confiança de 5%. Os testes foram realizados através *software* estatístico InStat, versão 3.06 (GraphPad software inc., San Diego, USA).

RESULTADOS

Embora as variáveis cortisol e CK possam sofrer variações em função de vários fatores, como hora do dia, estado psicológico e atividades cotidianas, os sujeitos deste estudo apresentaram valores basais estatisticamente similares ($p=0,400$) antes dos treinamentos HIP e DT, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Concentrações de CK e cortisol antes da realização dos treinamentos de hipertrofia e duplo treino

	CK basal (U/l)	Cortisol basal (mcg/l)
Treino hipertrofia	105,2	10,7
Duplo treino	149,2	13,7

Valores são média e desvio-padrão da média para cinco sujeitos. Não existem diferenças estatísticas entre os procedimentos treino hipertrofia e Duplo treino ($p=0,047$ para CK e $p=0,128$ para Cortisol).

A Tabela 3 apresenta os resultados do teste que mensurou a variação da CK em resposta aos procedimentos HIP e DT. Observou-se que a concentração de CK sofreu aumento estatisticamente significativo tanto para o HIP ($p=0,040$) quanto para o DT ($p=0,011$) 24 horas após suas execuções. No entanto, o procedimento DT promoveu um dano muscular significativamente superior (0,043) ao procedimento HIP.

Tabela 3 – Valores individuais e médios da enzima CK no estado basal e em resposta aos protocolos de treinamento de Hipertrofia e Duplo Treino

SUJEITOS	Treino hipertrofia		Duplo treino	
	Basal (U/l)	Pós-treino (U/l)	Basal (U/l)	Pós-treino (U/l)
Caso 1	78	98	312	610
Caso 2	79	109	118	292
Caso 3	86	170	110	191
Caso 4	66	77	107	521
Caso 5	217	304	99	370
Média	105,2 ± 63	151,6 ± 92	149,2 ± 91	396,8 ± 170
Diferença %	44,1% *		166,0% **	

Dados são dados individuais, média e desvio padrão da média. * indica diferença estatística entre os valores pré e pós-treino. # indica diferença estatística entre os valores pós-treino de HIP comparado com DT. Diferença % representa o delta percentual entre os valores pré e pós-treino.

A Tabela 4 apresenta os resultados da resposta do cortisol aos treinamentos de HIP e DT. Nenhum destes treinamentos foi capaz de promover aumentos significativos da concentração deste hormônio. Além disso, as concentrações pós-exercício não diferiram entre os procedimentos HIP e DT.

Tabela 4 – Valores individuais e médios do cortisol no estado basal e em resposta aos protocolos de treinamento de Hipertrofia e Duplo Treino

NOME	Treino hipertrofia (HIP)		Duplo treino (DT)	
	Cortisol basal (mcg/dl)	Cortisol pós-treino (mcg/dl)	Cortisol basal (mcg/dl)	Cortisol pós-treino (mcg/dl)
Caso 1	10,9	11,8	11,1	14
Caso 2	11,4	12,3	16	17,9

NOME	Treino hipertrofia (HIP)		Duplo treino (DT)	
	Cortisol basal (mcg/dl)	Cortisol pós-treino (mcg/dl)	Cortisol basal (mcg/dl)	Cortisol pós-treino (mcg/dl)
Caso 3	10,2	16,4	18,7	18,9
Caso 4	7,2	10,6	7,3	8,2
Caso 5	13,7	13,1	15,5	18,2
Média	10,7 ± 2,3	12,8 ± 2,2	13,7 ± 4,5	15,4 ± 4,5
Diferença %	20,2 %		12,5 %	

Valores são dados individuais, média e desvio padrão da média. Diferença % representa o delta percentual entre os valores pré e pós-treino. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os valores basal e pós-treino nos treinos HIP ($p=0,145$) e DT ($p=0,234$).

DISCUSSÃO

Este estudo mostrou que o treinamento de força máxima somado ao treino de hipertrofia (DT) ocasionou um maior dano muscular que o causado por uma sessão apenas com hipertrofia (HIP), observado por uma concentração de CK na ordem de 3,8 vezes maior em DT que em HIP. Apesar desta maior resposta catabólica, a mensuração do cortisol sanguíneo não revelou diferenças significativas entre os dois procedimentos.

O cortisol é influenciado por diversos fatores, como a intensidade do exercício¹⁴, gênero do indivíduo¹⁹, idade²⁰, horário de execução do exercício²¹ e as condições em que esse exercício é realizado²². Considerando esses fatores, foi determinado um mesmo horário para a realização dos treinamentos e para a coleta sanguínea e também foi servido o mesmo tipo de lanche antes dos exercícios. Esses procedimentos visaram assegurar que as respostas do cortisol fossem realmente decorrentes dos treinamentos impostos aos voluntários.

Da mesma forma, o CK é influenciado por alguns fatores extraexercícios, como aplicações intravenosas e uso de bebida alcoólica. Entretanto, este marcador pode ser utilizado para mensurar a resposta muscular ao exercício com segurança, desde que as variáveis intervenientes sejam controladas^{10, 23, 24, 25, 26}.

Uma sobrecarga que gere um dano muscular mais severo pode induzir a uma condição hipertrófica maior²⁷. Isso se explica pela necessidade elevada da síntese de componentes celulares, particularmente os filamentos proteicos que constituem os elementos contráteis, que foram danificados e precisam regenerar-se²⁸. A relação entre dano muscular e hipertrofia é bem estabelecida desde há muitos anos^{29, 30}.

Os dados deste estudo mostram que, apesar de o DT elevar o tempo de treinamento, como também a intensidade inerente às cargas utilizadas, não ha-

veria problemas na sua recomendação para ganhos de força e hipertrofia, pois, como visto, ele ocasiona um dano muscular de magnitude maior que o gerado no HIP, sem interferir negativamente na resposta do cortisol. Entretanto, deve ser ressaltado que este diagnóstico considera apenas um hormônio catabólico, quando existem vários outros hormônios anabólicos que podem também responder ao treinamento, como é o caso da testosterona^{13, 21, 31, 32}, insulina, GH e IGF-1^{14, 30, 31, 33}. A partir dos dados deste estudo, observa-se a necessidade de se considerar estes outros hormônios em investigações futuras para se prosseguir na elucidação desta questão.

Também deve ser ressaltado que esta resposta diminuída do cortisol indica uma condição favorável do DT à hipertrofia apenas de forma aguda. O grande dano muscular promovido pelo DT pode comprometer a segurança do procedimento cronicamente. Isso porque, quando ocorre um dano muscular, o organismo leva vários dias para que reconstitua este tecido¹³. Consequentemente, existe um risco de que treinos diários de DT por várias semanas seguidas possam fazer com que a resposta inflamatória local induzida pelo dano muscular evolua para um processo inflamatório sistêmico. Isto consiste em um dos principais fatores envolvidos na etiologia do *overtraining*⁴.

Finalmente, convém ressaltar que os sujeitos do estudo suspenderam o treinamento nos dias que antecederam as coletas de dados. Além disso, eles realizaram o estudo após uma semana cujas cargas de treino tinham caráter regenerativo. Isso representa dois fatos importantes e paradoxais: reforça o fato de que estas respostas agudas não devem ser generalizadas para uma situação de treinamento crônico; indica que, ainda que o treinamento crônico de DT possa aumentar os riscos de *overtraining*, uma semana de treino regenerativo parece reduzir os danos musculares, a julgar pelos valores médios basais de CK, que estiveram sempre abaixo de 190 U/l, que representa o valor máximo de normalidade para a concentração desta enzima.

A segurança que este estudo apontou para o DT, quando realizado em uma sessão isolada, abre perspectivas para estudos futuros que o justifiquem dentro de um macrociclo para atletas halterofilistas. Além do efeito crônico de várias sessões seguidas, devem ser investigadas as possíveis diferenças entre uma periodização linear ou ondulada sobre o processo catabólico e as respostas bioquímicas e hormonais sobre estes atletas.

Os dados deste estudo mostram que tanto um treinamento apenas de hipertrofia, quanto um trei-

namento constituído de força máxima e hipertrofia, em uma mesma sessão, são efetivos para promover dano muscular em atletas halterofilistas, sendo que no duplo treino o dano muscular é evidentemente bem maior.

Apesar de o treinamento de força máxima seguido por outro de hipertrofia em uma mesma sessão aumentar consideravelmente o tempo de treinamento e o dano muscular, não foram encontradas respostas agudas desfavoráveis para o hormônio catabólico cortisol. No entanto, estes dados não podem ser estendidos ao uso continuado em várias sessões seguidas desse procedimento, de modo que estudos longitudinais são necessários para esclarecer esta questão.

REFERÊNCIAS

1. Zilio A. Treinamento físico: terminologia. Canoas-RS: Ulbra, 2005.
2. Fleck S, Kraemer W. Fundamentos do treinamento de força muscular. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.
3. Fett CA, Fett WCR. Correlação de parâmetros antropométricos e hormonais ao desenvolvimento da hipertrofia e força muscular. Rev. bras. Cie. Mov. 2003;11(4):27-32.
4. Rogero MM, Mendes RR, Tirapegui J. Aspectos neuroendócrinos e nutricionais em atletas com overtraining. Arq Bras Endocrinol Metab. 2005;49(3):359-68.
5. Bjorntorp P. Do stress reactions cause abdominal obesity and comorbidities? Obes Rev. May 2001;2(2):73-86.
6. Rask E, Walker BR, Soderberg S, Livingstone DE, Eliasson M, Johnson O, et al. Tissue-specific changes in peripheral cortisol metabolism in obese women: increased adipose 11beta-hydroxysteroid dehydrogenase type 1 activity. J Clin Endocrinol Metab. Jul 2002;87(7):3330-6.
7. Weber-Hamann B, Hentschel F, Kniest A, Deuschle M, Colla M, Lederbogen F, et al. Hypercortisolemic depression is associated with increased intra-abdominal fat. Psychosom Med. Mar-Apr 2002;64(2):274-7.
8. Negrão CE. Concentração plasmática de hormônios indicadores de overtraining em jogadores de futebol. Campinas-SP: Instituto de biologia, Universidade Estadual de Campinas, 2004.
9. Hartmann U, Mester J. Training and overtraining markers in selected sport events. Med Sci Sports Exerc. Jan 2000;32(1):209-15.
10. França SCA, Barros Neto, T.L., Agresta, M. C., Lotufo, R. F. M., Kater C. E. Resposta divergente da testosterona e do cortisol séricos em atletas masculinos após uma corrida de maratona. Arq Bras Endocrinol Metab. Dez 2006;50(6):1082-87.
11. Tsuji H, Curi, P.R., Burini, R. C. Alterações metabólicas e hormonais em nadadores durante o treinamento físico. Rev. bras. ciênc. mov. Abr 1993;7(2):35-41.
12. Girardelo RJR. A relação entre cortisol sanguíneo e o estresse pré-competitivo em lutadores de karatê de alto rendimento. Curitiba-PR: Departamento de Educação Física, Universidade Federal do Paraná; 2004.
13. Uchida MC, Bacural RFP, Navarro F. Alteração da relação testosterona: cortisol induzida pelo treinamento de força em mulheres. Rev Bras Med Esporte. Maio-Jun 2004;10(3):165-68.
14. Uchida MC. Efeito de diferentes protocolos de treinamento de força sobre parâmetros morfofuncionais, hormonais e imunológicos. Rev Bras Med Esporte. Jan-fev 2006;12(1).
15. Brasileiro JS. Alterações funcionais e morfológicas do músculo quadríceps induzidas pelo treinamento excêntrico após reconstrução do LCA. São Carlos-UFSCAR, 2005.

16. Ministério da Saúde. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasil, 1996.
17. Dantas EHM. A prática da preparação física. 5 ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
18. Delavier F. Guia dos movimentos de musculação: abordagem anatômica. 4 ed. Barueri-SP: Manole, 2006.
19. Pullinen T, Mero A, Hunttnen P, Pakarinen A, Komi P. Resistance Exercise-Induced Hormonal Response in Men, Women and Pubescent Boys. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002;34(5):806-13.
20. Ryan AS, Treuth MS, Rubin MA, Miller JP, Nicklas BJ, Landis DM, et al. Effects of strength training on bone mineral density: hormonal and bone turnover relationships. *J Appl Physiol.* Oct 1994;77(4):1678-84.
21. Bird SP, Tarpenning KM. Influence of circadian time structure on acute hormonal responses to a single bout of heavy-resistance exercise in weight-trained men. *Chronobiol Int.* Jan 2004;21(1):131-46.
22. Jimenez C, Melin B, Savourey G, Launay JC, Alonso A, Mathieu J. Effects of passive hyperthermia versus exercise-induced hyperthermia on immune responses: hormonal implications. *Eur Cytokine Netw.* Sep 2007;18(3):154-61.
23. Zoppi CC, Antunes-neto J, Catanho FO, Goulart LFM, Macedo DV. Alterações em biomarcadores de estress oxidativo, defesa antioxidante e lesão muscular em jogadores de futebol durante uma temporada competitiva. *Rev. paul. Educ. Fis.* jul-dez 2003;17(2):119-30.
24. Shephard RJ, Shek PN. Acute and chronic over-exertion: do depressed immune responses provide useful markers? *Int J Sports Med.* Apr 1998;19(3):159-71.
25. Smith LL. Tissue trauma: the underlying cause of overtraining syndrome? *J Strength Cond Res.* Feb 2004;18(1):185-93.
26. Pazikas MGA, Curi A, Aoki MS. Comportamento de variáveis fisiológicas em atletas de nado sincronizado durante uma sessão de treinamento na fase de preparação para as Olimpíadas de Atenas 2004. *Rev Bras Med Esporte.* Dez 2005;11(6):357-62.
27. Clarkson PM, Sayers SP. Etiology of exercise-induced muscle damage. *Can J Appl Physiol.* Jun 1999;24(3):234-48.
28. McArdle W, Katch IF, Katch IV. Fisiologia do Exercício. Vol 3. Rio de Janeiro: Guanabara, 2003.
29. Meloni VHM. O papel da hiperplasia na hipertrofia do músculo esquelético. *Rev. bras. cineantropometria desempenho humano.* Mai 2005;7(1):59-63.
30. Santos CF. Efeito de 24 semanas de treinamento com pesos sobre a composição corporal e indicadores de força muscular. *Conexões.* 2005;3(1):112.
31. Canali E, Streliaev K, Martins LF. Respostas hormonais ao exercício. *Rev. Paul. Edu. Fis.* jul-dez 2001;15(2):141-53.
32. Okstrowski KJ, Wilson GJ, Weatherby R, Murphy PW, Lytle A. The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. *Journal of strength & Conditioning research.* Feb 1997;11(3):148-54.
33. Liu Y, Heinichen M, Wirth K, Schmidtbleicher D, Steinacker JM. Response of growth and myogenic factors in human skeletal muscle to strength training. *Br J Sports Med.* Dec 2008;42(12):989-93.
34. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition.* 1978;40:497-504.

Recebido: 09/09/09 – Aceito: 15/12/09