

Respostas Hormonais Agudas a Diferentes Intensidades de Exercícios Resistidos em Mulheres Idosas

ARTIGO ORIGINAL



Acute Hormonal Responses to Different Intensities of Resistance Exercises in Older Women

Ricardo Jacó de Oliveira^{1,2}

Ricardo Moreno Lima^{1,2}

Paulo Gentil¹

Herbert Gustavo Simões^{1,2}

Waldney Roberto de Matos e Ávila¹

Rogério Wagner da Silva¹

Francisco Martins da Silva^{1,2}

1. Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

2. Laboratório de Estudos em Educação Física e Saúde – LEEFS.

Endereço para correspondência:

Ricardo Jacó de Oliveira

Universidade Católica de Brasília–UCB, QS 7, Lote 1, Prédio São João Bosco, sala 119.

71996-700 – Taguatinga, DF – Brasil.

Tels.: (61) 3356-9066 ou

(61) 9212-6975

E-mail: rjaco@ucb.br

Submetido em 09/07/2007

Versão final recebida em 13/02/2008

Aceito em 22/02/2008

RESUMO

O treinamento resistido vem sendo apontado como eficaz em retardar o declínio de força e massa muscular que acompanham o envelhecimento; contudo, a resposta hormonal aguda a esse tipo de exercício precisa ser mais bem caracterizada. Os objetivos do presente estudo foram caracterizar e comparar as respostas hormonais agudas resultantes de diferentes intensidades de exercícios resistidos realizados por mulheres idosas. A amostra foi composta por 15 mulheres com idade média de 67,5 anos, as quais realizaram, de forma aleatória, três visitas ao laboratório: 1) exercícios resistidos realizados a 50% de 1-RM (G50); 2) exercícios resistidos realizados a 80% de 1-RM (G80); e 3) sessão controle (GC). Coletas sanguíneas foram realizadas imediatamente antes e após (T0 e T1, respectivamente) cada sessão, bem como três e 48 horas após (T2 e T3, respectivamente), para posterior análise hormonal através do método imunoensaio quimiluminescente. ANOVA e ANCOVA foram utilizadas, respectivamente, para examinar diferenças intra e intersessões. Não foram observadas diferenças significativas entre as sessões para nenhum dos hormônios avaliados. Em T2, as concentrações do cortisol encontraram-se significativamente inferiores quando comparados com T0 nas três sessões realizadas, enquanto a testosterona apresentou-se reduzida no T2 do GC. Apenas a sessão G80 induziu elevação transitória significativa da razão testosterona/cortisol e nenhuma das sessões provocou alterações nas concentrações séricas de GH. Conclui-se que exercícios resistidos realizados a 50% ou a 80% de 1-RM não induziram agudamente elevação significativa de cortisol, testosterona ou GH na amostra estudada. Por outro lado, a sessão realizada a 80% de 1-RM promoveu aumento significativo da razão testosterona/cortisol três horas pós-exercício quando comparada com a dos valores basais, em mulheres idosas.

Palavras-chave: treinamento resistido, respostas agudas, idosas, hormônios.

ABSTRACT

Resistance training has been pointed as an effective intervention to minimize muscle mass and strength decline observed with advancing age, however, its acute hormonal responses need to be better characterized. The purposes of the present study were characterize and compare the acute hormonal responses to different resistance exercises intensities performed by older women. Sample was composed by 15 women with a mean age of 67,5 years, who performed, in a randomized order, three visits at the laboratory: 1) resistance exercises performed at 50% of 1-RM (G50); 2) resistance exercises performed at 80% of 1-RM (G80) and 3) control session (GC). Blood samples were taken immediately before and after (T0 and T1, respectively) each session, as well as three and 48 hour after (T2 and T3, respectively), for subsequent hormonal analyses by the enzyme immunoassay chemiluminescent method. ANOVA and ANCOVA were used, respectively, to examine intra and inter sessions differences. No significant differences were observed between sessions for any of the evaluated hormone. In T2, cortisol concentrations were significantly reduced when compared to T0 for the three examined sessions, while testosterone was reduced after (T2) GC. Only G80 elicited a significant transient elevation in testosterone/cortisol ratio and none of the sessions provoked alterations on serum GH concentrations. It's concluded that resistance exercises performed at 50% or 80% of 1-RM do not acutely induce significant elevation of cortisol, testosterone or GH in the studied population. On the other hand, the session performed at 80% of 1-RM promoted significant elevations on the testosterone/cortisol ratio three hours post exercises when compared to basal values, in older women.

Keywords: resistance training, acute responses, older women, hormones.

INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento é acompanhado por alterações dos sistemas neuromuscular e endócrino, tendo como conseqüência redução de força e massa muscular⁽¹⁻²⁾. Rosemberg *et al.*⁽¹⁾ denominaram essas alterações na quantidade e qualidade muscular de sarcopenia, fenômeno que tem sido associado a implicações para a

saúde dos idosos, tais como aumento do número de quedas, declínio da capacidade funcional, osteoporose, disfunção da termorregulação e intolerância à glicose⁽²⁾. Esse processo pode tornar alterações fisiológicas do envelhecimento em uma condição patológica, com impacto negativo na qualidade de vida e autonomia dos indivíduos acometidos. Embora os mecanismos não sejam totalmente conhecidos, a etiologia da sarcopenia parece ser multifatorial, envolvendo fatores

hormonais, neurogênicos, genéticos e ambientais⁽²⁻⁴⁾. Por exemplo, os níveis séricos de testosterona declinam com o avançar da idade⁽³⁾ e estudos sugerem uma relação causal entre a queda desse hormônio e o declínio da massa e força muscular⁽⁴⁾. Adicionalmente, a reduzida massa muscular verificada nos idosos tem sido atribuída, pelo menos em parte, aos menores níveis de atividade física observados nessa população⁽⁵⁾. De fato, é bem constatado na literatura que idosos menos ativos apresentam menor massa muscular quando comparados com seus congêneres mais ativos⁽⁶⁾.

Dentre os tipos de atividades físicas, o treinamento resistido (TR) tem sido apontado como eficaz em retardar o aparecimento de disfunções freqüentemente observadas em idosos⁽⁷⁾. O TR, atividade voltada para o desenvolvimento das funções musculares através da aplicação de sobrecargas, é uma intervenção capaz de promover expressivos aumentos de força e massa muscular em idosos⁽⁷⁾. Os exercícios resistidos induzem respostas fisiológicas agudas importantes para ganhos de força e hipertrofia muscular; alterações hormonais que promovam um "ambiente" anabólico apresentam papel importante nas adaptações crônicas induzidas pelo treinamento⁽⁸⁾. Por outro lado, em indivíduos com idade avançada, essas respostas precisam ser mais bem caracterizadas.

Tem sido demonstrado que os exercícios resistidos aumentam agudamente a concentração de testosterona total em homens⁽⁹⁾ e mulheres jovens⁽¹⁰⁾; entretanto, em mulheres idosas, as respostas são ainda controversas. O cortisol, principal glicocorticóide secretado pela ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, apresenta função catabólica e parece sofrer elevação transitória após uma sessão de exercícios resistidos⁽¹¹⁾. Em adendo, tem sido sugerido que a razão testosterona/cortisol (RTC) seja um indicador do *status* anabólico/catabólico do músculo esquelético durante o TR⁽¹²⁾ e as respostas aos exercícios resistidos são dependentes, dentre outros fatores, da intensidade realizada⁽⁸⁾. O hormônio do crescimento (GH), secretado pela hipófise anterior, apresenta papel relevante na síntese protéica e por isso tem sido foco de estudos que versam sobre as respostas agudas aos exercícios resistidos⁽¹³⁻¹⁴⁾. Os dados disponíveis apontam elevações agudas de GH em homens e mulheres⁽¹³⁾, entretanto, em mulheres idosas os resultados não são consensuais. Enquanto Hakkinen e Pakarinen⁽¹³⁾ demonstraram que o GH sérico se elevou nas mulheres jovens, mas não nas idosas, Copeland *et al.*⁽¹⁴⁾ observaram que, em mulheres com idade média de 62,3 anos, uma sessão de exercícios resistidos foi capaz de elevar agudamente a concentração desse hormônio.

Um importante fator que influencia as respostas agudas aos exercícios resistidos é a manipulação das variáveis do treinamento. A prescrição do treinamento apropriada vai proporcionar resposta neuroendócrina ótima, favorecendo adaptações crônicas relativas ao ganho de força muscular e hipertrofia⁽⁸⁾. Dentre essas variáveis, a intensidade do treino interfere sobremaneira na magnitude das respostas hormonais^(8,15); portanto, a identificação de uma intensidade de treinamento ideal pode ser útil na prescrição de exercícios resistidos para mulheres idosas. Nesse sentido, existe uma lacuna na literatura de estudos que tenham avaliado a resposta hormonal de idosas a diferentes intensidades de exercícios resistidos. Em relação aos mecanismos propostos, tem sido sugerido que a elevação do tônus simpático⁽¹⁶⁾ e da produção de lactato⁽¹⁷⁾ sejam responsáveis pela resposta da testosterona e do cortisol ao exercício. Por exemplo, Lu *et al.*⁽¹⁷⁾ demonstraram que a infusão de lactato resultou no aumento da concentração de testosterona em ratos, enquanto correlação positiva e significativa entre a concentração de catecolaminas e a de testosterona fora previamente relatada⁽¹⁶⁾.

Ao estudar os efeitos de diferentes intensidades de exercícios resistidos, Harris *et al.*⁽¹⁸⁾ ressaltaram a importância de equacionar o volume (séries x repetições x % de 1-RM) entre as sessões. Dessa forma, os objetivos do presente estudo foram caracterizar e comparar as respostas hormonais agudas resultantes de diferentes intensidades de exercícios resistidos em mulheres idosas. Levantamos a hipótese de que ambas as intensidades examinadas promovam elevação aguda dos hormônios anabólicos, com maior magnitude na sessão realizada em maior intensidade (80% de 1-RM).

MÉTODOS

Delineamento do estudo

Para examinar as respostas hormonais agudas frente a diferentes intensidades de exercícios resistidos, o presente estudo utilizou um delineamento transversal. Todas as voluntárias foram conduzidas, em ordem aleatória, a duas sessões de exercícios resistidos diferenciadas apenas pela intensidade do treino (G50 e G80) ou uma sessão controle (GC). As visitas ao laboratório foram realizadas entre as 14:00 e 15:00 horas, com as sessões separadas por uma semana. As voluntárias foram orientadas a ingerir uma refeição leve 90 minutos antes do início da sessão e, nas outras visitas ao laboratório, a adotar o mesmo procedimento. Em adendo, as participantes foram instruídas a não alterar seus hábitos diários durante o período da pesquisa, sobretudo aqueles relacionados ao uso de medicamentos, alimentação e atividades físicas. Como proposto por Harris *et al.*⁽¹⁸⁾, o volume de treinamento (séries x repetições x % de 1-RM) foi equacionado entre as sessões.

AMOSTRA

As participantes do presente estudo foram recrutadas de um projeto social desenvolvido pela Universidade, que presta assistência à comunidade idosa local. A amostra foi composta por 15 idosas, com média de idade de 67,5 anos, fisicamente independentes de acordo com a classificação proposta por Spirduso⁽¹⁹⁾, todas elas na fase pós-menopausa. Foram incluídas apenas as idosas que não estavam engajadas em exercícios físicos havia pelo menos seis meses. Adicionalmente, foram excluídas do estudo as mulheres que apresentassem fraturas recentes, osteoartrite, osteoporose previamente diagnosticada, hipertensão arterial não controlada, estados infecciosos, uso de anti-inflamatórios e outro medicamento que contivesse cortisona em sua composição. Com a finalidade de melhor caracterizar a amostra, cada participante foi submetida a uma avaliação da massa corporal, estatura e subsequente cálculo do índice de massa corporal (IMC).

Antes do início do estudo, todas as voluntárias assinaram espontaneamente um termo de consentimento contendo todas as informações sobre os procedimentos adotados. O protocolo experimental seguiu a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, sendo submetido e posteriormente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade sob o protocolo CEP/UCB nº 072/2004.

PROTOCOLOS DE EXERCÍCIOS

Os protocolos de exercícios resistidos foram realizados no setor de treinamento resistido do Laboratório de Estudos em Educação Física e Saúde (LEEFS) da Universidade Católica de Brasília (UCB). Após um período de adaptação de duas semanas para familiarização e aprendizado da correta técnica de execução dos exercícios, foi realizado o teste de uma repetição máxima (1-RM)⁽²⁰⁾ em todas as participantes. O teste foi conduzido com a intenção de identificar com precisão a carga do treino e em cada um dos exercícios a serem realizados nas sessões.

Os testes de 1-RM e as sessões de exercícios foram realizados nos mesmos equipamentos (*High on, Righeto Fitness Equipment*, Brasil). As sessões apresentaram as seguintes características: 1) três séries de 13 repetições a 50% de 1-RM (G50); 2) três séries de oito repetições a 80% de 1-RM (G80); e 3) sessão controle (GC), na qual as voluntárias se mantiveram em repouso durante o tempo equivalente a G50 e G80. As sessões 1 e 2 foram compostas pelos mesmos exercícios, os quais foram realizados na seguinte ordem: supino sentado, cadeira extensora, remada sentada, cadeira flexora, flexão de cotovelos com halteres, flexão plantar sentada e tríceps na polia alta. O intervalo de descanso entre as séries e entre os exercícios foi controlado para estar compreendido entre um minuto e um minuto e 20 segundos. As voluntárias foram orientadas a respirar de forma confortável durante a execução dos exercícios, evitando a manobra de Valsalva. O período de adaptação, os testes de 1-RM e as duas sessões foram supervisionados pelo mesmo professor de Educação Física, experiente em treinamento resistido.

COLETA E ANÁLISE SANGUÍNEA

As coletas de sangue foram realizadas por uma enfermeira devidamente treinada através da punção de uma veia do antebraço. Um volume de aproximadamente 4ml de sangue foi extraído em tubos *Vacutainer* sem anticoagulante. O material foi devidamente armazenado para posterior análise dos hormônios (testosterona, cortisol e GH) no Laboratório de Bioquímica da Universidade, sendo esta realizada através do método imunoensaio quimiluminescente utilizando o analisador automatizado *Immulite 2000™* (*Diagnostics Products Corporation*, Los Angeles, EUA) e os respectivos kits. As coletas foram realizadas imediatamente antes e após (T0 e T1, respectivamente), bem como três e 48 horas após as sessões (T2 e T3, respectivamente). Adicionalmente, a RTC foi calculada e inserida nas análises.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade da distribuição dos dados foi verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Os resultados são apresentados através da estatística descritiva, pelos procedimentos de média e desvio-padrão. A resposta hormonal em cada intensidade de treino, bem como na sessão controle, foi avaliada através da análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas. Para examinar diferenças entre as sessões em cada um dos momentos, foi realizada uma análise de co-variância (ANCOVA), sendo as co-variáveis os valores hormonais pré-exercício. Caso fossem encontradas diferenças significativas em alguma das variáveis, testes de comparações múltiplas Bonferroni foram adotados para identificação de contrastes relevantes entre as médias. Adicionalmente, a área sob a curva de resposta (ASCR) foi calculada usando o método trapezoidal após os valores pré-exercício serem subtraídos dos valores em T1 e T2, em procedimentos similares aos usados anteriormente⁽²¹⁾. As diferenças na ASCR de cortisol, testosterona, GH e RTC foram examinadas por meio da ANOVA de uma entrada para medidas repetidas. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$. O *software SPSS* versão 10,0 (*SPSS*, Chicago, IL) foi utilizado para realização de todas as análises.

RESULTADOS

A análise exploratória dos dados revelou que todas as variáveis sob investigação demonstraram distribuição normal, portanto, todos os valores foram incluídos nas análises subsequentes utilizando-se testes estatísticos paramétricos. Os valores médios (\pm DP) da idade, massa corporal, estatura e IMC das idosas investigadas no presente estudo encontram-se apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva (média \pm desvio padrão) das características antropométricas da amostra.

Variáveis	
N	15
Idade (anos)	67,5 \pm 3,9
Massa corporal (Kg)	64,6 \pm 11,7
Estatura (m)	1,52 \pm 0,07
IMC (Kg/m ²)	27,9 \pm 4,5

IMC = Índice de Massa Corporal

A tabela 2 apresenta as concentrações dos hormônios avaliados nos momentos T0, T1, T2 e T3, bem como as diferenças significativas intragrupos. Três horas após a realização dos exercícios resistidos (T2) nas intensidades de 50 e 80% de 1-RM, as concentrações do cortisol encontraram-se significativamente inferiores quando comparados com o momento pré-exercício (T0). Em relação à visita controle (GC), foi observado que os valores do cortisol apresentaram o mesmo comportamento, ou seja, redução significativa em T2. A ANCOVA corrigida pelos valores iniciais não mostrou diferença entre os grupos para os valores de T1, T2 ou T3. Similarmente, não houve diferença entre as sessões para a ASCR [$f(2,28) = 1,947$; $p = 1,62$].

Tabela 2. Valores das concentrações de Cortisol, Testosterona, Razão Testosterona: cortisol e Hormônio do Crescimento antes e após os treinos a 50% (G50), 80% (G80) de 1RM e sessão controle (GC).

	T0	T1	T2	T3
Cortisol (ug/dL)				
GC	6,50 \pm 1,66	5,62 \pm 1,97	3,30 \pm 1,12 *	8,15 \pm 1,50
G50	9,17 \pm 1,77	8,37 \pm 3,92	6,50 \pm 2,83 *	8,73 \pm 3,06
G80	6,75 \pm 1,68	8,46 \pm 4,57	5,11 \pm 1,10 *	6,89 \pm 2,00
Testosterona (ng/dL)				
GC	33,62 \pm 16,54	33,48 \pm 16,91	28,68 \pm 14,99 *	33,42 \pm 14,07
G50	30,72 \pm 13,12	29,26 \pm 10,35	27,11 \pm 9,28	27,10 \pm 10,60
G80	25,18 \pm 6,74	28,32 \pm 9,90	27,06 \pm 9,11	26,14 \pm 6,47
Razão testosterona:cortisol				
GC	5,85 \pm 4,30	7,24 \pm 6,71	7,99 \pm 5,96	4,35 \pm 1,81
G50	3,41 \pm 1,47	4,25 \pm 2,40	4,97 \pm 2,82	3,48 \pm 1,74
G80	3,88 \pm 1,07	4,02 \pm 1,92	5,35 \pm 1,45 *	4,34 \pm 1,81
Hormônio do crescimento – GH (ng/ml)				
GC	0,49 \pm 0,23	0,31 \pm 0,10	0,24 \pm 0,16	0,37 \pm 0,18
G50	0,83 \pm 0,49	1,09 \pm 1,02	0,46 \pm 0,35	0,56 \pm 0,47
G80	0,78 \pm 0,76	0,81 \pm 0,49	0,53 \pm 0,51	0,74 \pm 0,66

G50 = Visita na qual as participantes realizaram 3 séries de 13 repetições a 50% de 1-RM; G80 = Visita na qual as participantes realizaram 3 séries de 08 repetições a 80% de 1-RM; GC = Visita na qual as participantes não realizaram exercícios.

No G50 e no G80 foram realizados os mesmos sete exercícios, envolvendo membros inferiores e superiores.

T0 = pré-treino; T1 = imediatamente pós-treino; T2 = três horas após o treino; T3 = vinte e quatro horas após o treino.

* significativamente diferente em relação ao T0 ($p < 0,05$).

Não houve diferença significativa entre os valores de testosterona ao longo do tempo em nenhuma das intensidades testadas; entretanto, três horas após a sessão controle (T2), os valores de testosterona apresentaram-se significativamente menores que os pré-exercício. A ANCOVA corrigida pelos valores iniciais não apontou diferenças significativas intergrupos para os valores de testosterona em nenhum dos momentos avaliados, porém, houve diferença entre as sessões [$f(2,28) = 4,203$; $p = 0,025$] para a ASCR. As análises *post hoc* revelaram que a ASCR para o G80 foi significativamente superior ao GC ($p = 0,003$). Não houve diferenças significativas para as demais comparações.

Não foram observadas diferenças significativas na RTC entre os momentos durante o G50. Em relação ao G80, foi verificado aumento significativo desta razão três horas após a realização dos exercícios resistidos, enquanto que após G50 e GC os valores permaneceram sem diferenças significativas. A ANCOVA corrigida pelos valores pré-exercício não indicou qualquer diferença entre GC, G50 e G80. Adicionalmente, não houve diferença entre os grupos para a ASCR [$f(2,28) = 2,131$; $p = 0,79$].

Não houve alteração na concentração sanguínea de GH ao longo do tempo para nenhuma das sessões experimentais. Nenhuma diferença entre os grupos foi apontada pela ANCOVA nas concentrações desse hormônio, bem como não houve diferenças para a ASCR [$f(2,28) = 2,264$; $p = 0,87$].

DISCUSSÃO

A resposta aguda do cortisol a uma sessão de exercícios resistidos tem sido foco de alguns estudos^(8,13,22), entretanto, resultados conflitantes são observados. No presente estudo, nenhuma das intensidades de exercícios testadas induziu elevações significativas desse hormônio no período pós-exercício. Adicionalmente, não foram observadas diferenças na concentração de cortisol entre GC, G50 e G80 em nenhum dos momentos. Esses achados corroboram o estudo de Uchida *et al.*⁽²²⁾, no qual mulheres jovens (idade média de 25,3 anos) não apresentaram alteração na concentração sanguínea de cortisol após uma sessão de exercícios resistidos. Similarmente, outros estudos apresentam resultados que são congruentes com o observado na presente investigação^(8,13).

Em contrapartida, Kraemer *et al.*⁽¹¹⁾ relataram elevação significativa na concentração sérica do cortisol em mulheres jovens (idade média de 24,1 anos) submetidas a diferentes protocolos de exercícios resistidos. Dentre os mecanismos propostos, tem sido sugerido que a elevação da concentração sanguínea de lactato, da concentração de creatina quinase e redução da glicemia apresentam algum papel na elevação do cortisol em resposta ao exercício⁽²¹⁾. É possível especular que a diferença na idade da amostra e conseqüente repercussão na carga absoluta de treinamento podem explicar, pelo menos em parte, a divergência de resultados com o presente estudo. Além da não elevação, a presente investigação evidenciou que a concentração de cortisol apresentou-se significativamente reduzida três horas após (T2) – G50, G80 e GC – quando comparados com a situação pré-exercício (T0). Tem sido demonstrado que o ritmo circadiano do cortisol induz uma subestimativa desse hormônio ao se estudarem respostas agudas ao exercício⁽²³⁾. Portanto, cautela é necessária para afirmar que o cortisol sérico encontra-se reduzido após uma sessão de exercícios resistidos em idosas. Por outro lado, os resultados do presente estudo sugerem que o cortisol de mulheres idosas não se eleva significativamente após uma sessão de exercícios resistidos.

A testosterona, devido ao seu papel anabólico, contribui para as diferenças entre homens e mulheres na massa e força muscular^(3,24). Em repouso e após exercícios resistidos, tem sido demonstrado que homens apresentam concentração de testosterona mais elevada que em mulheres⁽²⁴⁾. Estudos demonstram elevação aguda desse hormônio após

exercícios resistidos em homens⁽¹³⁾; entretanto, resultados similares não foram observados em mulheres de meia-idade e em idosas^(13,22). Nesse sentido, os achados do presente estudo estão de acordo com o observado na literatura. Por outro lado, foi verificado que três horas após (T2) a sessão controle, a concentração de testosterona das voluntárias estava significativamente reduzida quando comparada com a do momento inicial (T0). Tais resultados foram reforçados pela observação de que a ASCR da testosterona foi significativamente maior no G80 quando comparado com o GC. Esses achados sugerem um efeito protetor dos exercícios resistidos contra a variação fisiológica diária da testosterona em mulheres idosas, conseqüentemente, favorecendo as adaptações crônicas ao TR. Futuros estudos são necessários para confirmar esses resultados.

De fato, foi previamente demonstrado que o ritmo circadiano da testosterona, em mulheres idosas, é caracterizado por uma secreção mais elevada no início da manhã e um subseqüente declínio no decorrer do dia⁽²⁵⁾. Os mecanismos responsáveis pelo possível efeito agudo dos exercícios resistidos em minimizar a redução fisiológica da testosterona requerem esclarecimento em futuros estudos. Não obstante, elevada atividade adrenérgica e produção de lactato têm sido apontados como mecanismos responsáveis pelo aumento da concentração de testosterona induzido pelo exercício⁽¹⁶⁻¹⁷⁾. Por exemplo, foi previamente demonstrado que a infusão de lactato em ratos induz aumento da concentração de testosterona⁽¹⁷⁾; entretanto, o papel estimulador do lactato em humanos não é totalmente esclarecido. Ademais, a resposta das catecolaminas (hormônios peculiares do sistema autonômico simpático) ao exercício apresenta correlação positiva com a resposta da testosterona⁽¹⁶⁾, sugerindo uma relação de causa e efeito. É possível que esses fatores apresentem algum papel na resposta da testosterona observada no presente estudo. Em adendo, o fato de a atividade nervosa simpática ser maior quanto maior for a intensidade dos exercícios resistidos⁽²⁶⁾ pode explicar a maior ASCR observada no G80 quando comparada com o GC.

A RTC tem sido proposta como um índice do balanço entre o anabolismo e o catabolismo do músculo esquelético durante o TR⁽¹²⁾, porém, a resposta aguda desta razão não é bem caracterizada em idosas. No presente estudo, apenas a sessão de exercícios resistidos realizada a 80% de 1-RM (G80) induziu elevação significativa dessa razão três horas pós-exercício. Dessa forma, é possível sugerir que, do ponto de vista endócrino, o exercício resistido a 80% de 1-RM parece ser um estímulo eficaz em promover um balanço anabólico/catabólico favorável. Uma vez reproduzidos em futuros estudos, esses achados agregarão conhecimento acerca dos mecanismos envolvidos nas adaptações crônicas induzidas pelo TR e poderão ser levados em consideração durante a prescrição de exercícios para mulheres idosas.

O GH, também denominado somatotropina, é secretado pela hipófise anterior e atua estimulando o crescimento tecidual, a mobilização de ácidos graxos como substrato energético e na inibição do metabolismo glicídico^(13,24). Portanto, maior liberação de GH induzida por uma sessão de exercícios resistidos representaria uma resposta benéfica por favorecer a síntese protéica muscular. De fato, tem sido demonstrado que exercícios resistidos elevam agudamente a concentração de GH em homens e mulheres⁽²⁴⁾; entretanto, esse comportamento parece estar deprimido em indivíduos idosas⁽²⁷⁻²⁸⁾. Pyka *et al.*⁽²⁸⁾ examinaram o comportamento agudo do GH após uma sessão de exercícios resistidos e relataram que elevação significativa foi notada apenas nos indivíduos jovens. Similarmente ao presente estudo, Pyka *et al.*⁽²⁸⁾ não observaram alteração na concentração desse hormônio no grupo composto por homens e mulheres idosas. Corroborando esses achados, Hakkinen e Pakarinen⁽¹³⁾ demonstraram que o exercício resistido promoveu elevação transitória do GH sérico em mulheres jovens, mas não nas idosas.

Tem sido sugerido que a magnitude da resposta aguda do GH frente a uma sessão de exercícios resistidos é dependente, dentre outros fatores, do trabalho total realizado^(24,28). A importância do trabalho realizado foi sugerida pelos achados de que protocolos de séries múltiplas induzem maior resposta do GH quando comparados com os protocolos de série única⁽²⁹⁾. Durante exercícios resistidos em uma mesma intensidade relativa (70% de 1-RM), Pyka *et al.*⁽²⁸⁾ observaram menor concentração de lactato sanguíneo nos idosos quando comparados com os jovens, portanto, reforçando a hipótese de que um elevado esforço é necessário para uma importante secreção de GH induzida pelo exercício. As voluntárias do presente estudo estavam havia pelo menos seis meses sem realizar exercícios físicos regulares, conseqüentemente, apresentavam baixa capacidade de se exercitar em cargas absolutas elevadas. Esse fato pode explicar a ausência de resposta significativa de somatotropina. Corroborando essa hipótese, Craig *et al.*⁽²⁷⁾ demonstraram que indivíduos idosos submetidos a 12 semanas de TR apresentam maior resposta aguda do GH quando comparados com a situação pré-treinamento.

Reconhecemos limitações no presente estudo. Embora as participantes tenham sido instruídas a ingerir uma refeição leve 90 minutos antes do início das sessões, os hábitos dietéticos não foram rigorosamente monitorados durante o protocolo experimental. Nesse sentido, é válido salientar que a resposta hormonal ao exercício é influenciada pelo estado nutricional do praticante⁽²⁴⁾. Em contrapartida, os resultados observados podem ter importante aplicação prática, uma vez que não é rotina o rígido controle alimentar em programas de treinamento resistido para idosos. Não obstante, estudos que caracterizem as respostas hormonais agudas a diferentes intensidades de exercícios resistidos ajudarão a elucidar os mecanismos envolvidos nas adaptações crônicas ao treinamento e poderão ser levados em consideração durante a prescrição de exercícios para mulheres idosas.

CONCLUSÕES

Embora não tenham sido verificadas diferenças significativas entre as sessões com relação aos hormônios avaliados, com base nos resultados observados é possível sugerir que, em mulheres idosas previamente sedentárias: 1) exercícios resistidos realizados tanto a 50% como 80% de 1-RM com volumes equiparados não induzem elevação aguda significativa de cortisol, testosterona e GH; 2) ambas as intensidades de exercício parecem minimizar a redução da secreção de testosterona inerente ao ciclo diário fisiológico e observado após a sessão controle; e 3) apenas a sessão realizada a 80% de 1-RM promoveu aumento significativo da RTC três horas pós-exercício.

É válido salientar que o fato de a sessão realizada a 80% de 1-RM induzir resposta da RTC favorável não significa que essa é a intensidade de escolha ao elaborar programas de TR para idosos. Como enfatizado pelo *American College of Sports Medicine* (2002)⁽³⁰⁾, cautela é necessária ao progredir com a sobrecarga e a prescrição deve ser individualizada com base no *status* prévio e atual do praticante. Adicionalmente, os resultados da presente investigação requerem confirmação em futuros estudos, os quais devem também examinar as adaptações hormonais crônicas ao TR em mulheres idosas.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e da Universidade Católica de Brasília (UCB).

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

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rosemberg IH. Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of older persons. *Am J Clin Nutr* 1989;50:1231-3.
- Kenney WL, Buskirk ER. Functional consequences of sarcopenia: effects on thermoregulation. *J Gerontol Biol Sci Med Sci* 1995;50:78-85.
- Harman SM, Metter EJ, Tobin JD, Pearson J, Blackman MR. Longitudinal Effects of Aging on Serum Total and Free Testosterone Levels in Healthy Men. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86:724-31.
- Baumgartner RN, Waters DL, Gallagher D, Morley JE, Garry PJ. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech Ageing Dev* 1999;107:123-36.
- Haskell WL. Physical activity and health: need to define the required stimulus. *Am J Cardiol* 1985;55:4D-9D.
- Porter MM, Vandervoort AA, Lexell J. Aging of human muscle: structure, function and adaptability. *Scand J Med Sci Sports* 1995;5:129-42.
- Frønter WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988;64:1038-44.
- Raastad T, Bjoro T, Hallen J. Hormonal responses to high and moderate intensity strength exercise. *Eur J Appl Physiol* 2000;82:121-8.
- Tremblay MS, Copeland JL, Helder WV. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol* 2004;96:531-9.
- Nindl BC, Kraemer WJ, Gotshalk LA, Marx JO, Volek JS, Bush FA, et al. Testosterone responses after resistance exercise in women: influence of regional fat distribution. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001;11:451-65.
- 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.
- Hakkinen K. Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. *J Sports Med Phys Fitness* 1989;29:9-26.
- Hakkinen K, Pakarinen A. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in men and women at different ages. *Int J Sports Med* 1995;16:507-13.
- Copeland JL, Conlitt LA, Tremblay MS. Hormonal responses to endurance and resistance exercise in females aged 19-69 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002;57:158-65.
- 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.
- Jezova D, Vigas M. Testosterone response to exercise during blockade and stimulation of adrenergic receptors in man. *Horm Res* 1981;15:141-7.
- Lu SS, Lau CP, Tung YF, Huang SW, Chen YH, Shih HC, et al. Lactate and the effects of exercise on testosterone secretion: evidence for the involvement of a cAMP-mediated mechanism. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:1048-54.
- Harris C, DeBeliso MA, Spitzer-Gibson TA, Adams KJ. The effect of resistance-training intensity on strength-gain response in the older adult. *J Strength Cond Res* 2004;18:833-8.
- Spiriduso WW. Physical functioning of the old and oldest-old. In: Spiriduso WW, editor. *Physical dimensions of aging*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995;329-57.
- Kraemer WJ, Fry AC. Strength testing: development and evaluation of methodology. In: Maud PJ, Fosters C, editors. *Physiological assessment of human fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995;115-35.
- 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.
- Uchida MC, Bacurau RFP, Navarro F, Pontes FL, Tessuti VD, Moreau RL, et al. Alteração da relação testosterona:cortisol induzida pelo treinamento de força em mulheres. *Rev Bras Med Esporte* 2004;10:165-8.
- Thuma JR, Gilders R, Verdun M, Loucks AB. Circadian rhythm of cortisol confounds cortisol responses to exercise: implications for future research. *J Appl Physiol* 1995;78:1657-64.
- Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med* 2005;35:339-61.
- Kos-Kudla B, Ostrowska Z, Marek B, Kajdaniuk D, Nowak M, Kudla M, et al. Circadian rhythm of androstenedione and free testosterone in asthmatic women with postmenopausal hormone therapy. *Endocr Regul* 2004;38:111-8.
- Guezennec Y, Leger L, Lhoste F, Aymonod M, Pesquies PC. Hormone and metabolite response to weight-lifting training sessions. *Int J Sports Med* 1986;7:100-5.
- Craig BW, Brown R, Everhart J. Effects of progressive resistance training on growth hormone and testosterone levels in young and elderly subjects. *Mech Ageing Dev* 1989;49:159-69.
- Pyka G, Wiswell RA, Marcus R. Age-dependent effect of resistance exercise on growth hormone secretion in people. *J Clin Endocrinol Metab* 1992;75:404-7.
- Craig BW, Kang HY. Growth hormone release following single versus multiple sets of back squats: total work versus power. *J Strength Cond Res* 1994;8:270-5.
- American College of Sports Medicine Position Stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:364-80.