

Correlação de parâmetros antropométricos e hormonais ao desenvolvimento da hipertrofia e força muscular

Anthropometrics and hormonal parameters correlated to muscle hypertrophy and strength

Carlos Alexandre Fett^{1,2},
Waléria Christiane Rezende Fett²,

Resumo

FETT, C.A.; REZENDE FETT, W.C. Correlação de parâmetros antropométricos e hormonais ao desenvolvimento da hipertrofia e força muscular. **R. bras. Ci. e Mov.** 2003; 11(4): 27-32.

O objetivo deste estudo foi correlacionar a massa muscular e hormônios basais a hipertrofia muscular e força. Doze homens experientes treinaram 5 dias por semana com intensidade de 70-85% de uma repetição máxima (RM) durante um mês, combinando os sistemas de treinamento pirâmide crescente, 3 séries de cargas estáveis, *super sets* e forçado ajudado. Houve um mês anterior de equalização do treinamento. No início e no final do estudo foram coletadas amostras de sangue, testes de uma repetição máxima (RM), medidas de dobras cutâneas e circunferências. Houve significativa correlação negativa entre a massa muscular inicial (MM.M1), com o delta (D) da massa muscular e a porcentagem do D somatório de 5 exercícios (($\Delta S5\%$) $P = 0.0406$, $r = -0.5965$; e, $P = 0.0299$, $r = -0.6364$, respectivamente). O D percentual da massa muscular (DMM%) teve significativa correlação negativa com a testosterona basal ($P = 0.0402$, $r = -0.6347$), mas não com o D da força e hormônio do crescimento ($P > 0.05$). Nossos resultados demonstram que maior massa muscular inicial, mas não os níveis hormonais, limitam a hipertrofia muscular e força após programa de treinamento resistido. Isto sugere que outros mecanismos foram acionados para causar hipertrofia muscular e aumento da força.

PALAVRAS-CHAVE: massa muscular, testosterona, hormônio do crescimento, treino de força, RM

Abstract

FETT, C.A.; REZENDE FETT, W.C. Anthropometrics and hormonal parameters correlated to muscle hypertrophy and strength. **R. bras. Ci. e Mov.** 2003; 11(4): 27-32.

The aim of this study was correlated the muscle mass and hormones with the increase muscular mass and strength. Twelve experienced men trained 5 days weekly with 70-85% of the repetition maximum (RM) for a month, combine the systems pyramid crescent, 3 sets stable load, super sets and forced helped. Blood samples, repetition maximum (RM), skin fold and circumferences measurements were obtained at the beginning and the end of the study. The initial muscle mass (MM.M1) were significantly negatively correlated with delta (D) muscle mass (DMMkg) and percent Δ in strength of 5 exercises (DS5%; $P = 0.0406$, $r = -0.5965$; $P = 0.0299$, $r = -0.6364$, respectively), The percent D muscle mass (DMM%) and basal testosterone were significantly negatively ($P = 0.0402$, $r = -0.6347$), while strength gains and growth hormone were not ($P > 0.05$). Our results show that the initial bigger muscle mass, but not the hormonal levels limit to muscle hypertrophy and force after resisted training program. These suggest that other mechanisms were defendants causing muscle hypertrophy and strength.

KEYWORDS: muscular mass, testosterone, growth hormone, strength training, RM

¹ CeMeNutri: Centro de Metabolismo e Nutrição da Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade do Estado de São Paulo – UNESP. HC, Botucatu, Distrito de Rubião Jr., SP, Brasil (onde o trabalho foi realizado).

² Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Mato Grosso– UFMT, Av. Fernando Corrêa da Costa, Campus, Coxipó, Ginásio de Esportes, CEP: 78.060-900, Cuiabá-MT, Brasil.

Recebido: 04/06/2003
Aceite: 16/09/2003

Introdução

O incremento de performance muscular depende do tipo, intensidade e duração do estímulo, que devem ser suficientes para caracterizar sobrecarga⁹. A hipertrofia e força muscular estão associadas a treino de alta intensidade⁹ e microlesão no músculo⁷, e em um esforço de adaptação a novos patamares de exigência¹⁴, aumenta a produção de mRNA que sinaliza para aos ribossomos sintetizarem mais proteína². O treinamento resistido é utilizado para este propósito, mas o resultado pode ser limitado pelo nível de condicionamento¹⁴ e hormonal.¹⁷ As adaptações induzidas pelo treinamento fazem com que indivíduos mais condicionados e hipertrofiados, proporcionalmente respondam menos a mesma carga de treinamento (volume x intensidade), tendendo a platôs de estabilização¹⁴.

Existem vários fatores que contribuem na hipertrofia e força muscular, sendo os hormônios de significativa importância. A testosterona influencia positivamente o aumento de massa e força muscular^{8,17}, e o treino intenso por si só aumenta a liberação da testosterona sérica⁹. A administração de testosterona em homens normais aumenta os níveis do fator de crescimento tipo insulina-1 (FCI-1), que está relacionado ao aumento de massa muscular¹⁷. O hormônio do crescimento (HC) também aumenta a liberação de FCI-1, estimula o crescimento muscular, força e catabolismo de gordura especialmente em humanos deficientes²⁰, e em modelo animal¹⁷.

A intenção desse estudo foi correlacionar a massa muscular e níveis hormonais prévios a um treinamento de força, ao desenvolvimento da força e hipertrofia muscular. Como objetivo adicional, observamos se um mês de treinamento intenso seria suficiente para causar hipertrofia muscular significativa associada ao aumento de força.

Material e Métodos

Sujeitos

Doze homens foram voluntários neste estudo (peso: 78.6 ± 9.85 ; idade: 22.75 ± 3.65 ; médias, $\pm$ desvio padrão). A seleção foi feita nas academias de ginástica da cidade de Botucatu/SP, por meio de entrevista pessoal. Era exigido no mínimo 11 meses contínuo de treinamento de força, não ser fumante, não ser consumidor de álcool, não ser usuário de esteróides anabólicos ou similares e não ser portador de doença metabólica.

Todos foram adequadamente informados e assinaram declaração de consentimento esclarecido, e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Colégio de Medicina da Universidade do Estado de São Paulo – UNESP de Botucatu.

Todas as avaliações foram feitas no início (M1) e repetidas no final (M2) do estudo.

Protocolo de atividade física

Foi realizado um mês prévio de treinamento para ajuste do condicionamento físico, em que foi utilizado o mesmo protocolo do estudo. O protocolo de treinamento era de múltiplas séries (3-4), combinando vários tipos de metodologias (pirâmide crescente truncada: 12/10/8 e 6 repetições máximas (RM), cargas estáveis (3 x 10 RM), agonista x antagonista (*super sets*) combinado ao sistema pirâmide descrito, e forçado ajudado (assistência externa

para mais 3 ou 4 repetições). O treinamento era de 5 dias na semana, sendo 3 dias contínuos, um de descanso, seguido por mais dois dias (segunda-feira, terça-feira, quarta-feira, sexta-feira e sábado). Cargas entre 75 a 85 % de 1 repetição máxima (1RM); tempo de recuperação entre 30 e 60 segundos. O protocolo de treinamento foi previamente descrito⁶ e seguiu orientações de metodologias para esta finalidade^{7,9,15}, combinando vários sistemas. Após o mês de equalização do condicionamento, foram realizadas mais 4 semanas de treinamento em um total de 20 sessões durante o estudo. As sessões envolveram os grupamentos musculares: 1) peito, ombro, tríceps e abdome; 2) costa, bíceps e antebraço; 3) coxas, glúteo, lombar e panturrilha; 4) os mesmos grupamentos musculares da sessão 1 e 2; 5) os mesmos grupamentos musculares da sessão 3.

Amostras de sangue

Foi coletado sangue venoso da veia cubital, utilizando-se seringas descartáveis e imediatamente colocados em isopor com gelo. As amostras foram centrifugadas para separação do soro e plasma, sendo o sobrenadante pipetado e o material congelado. Posteriormente, foi encaminhado para a sessão de análises clínicas do Hospital das Clínicas desta instituição para ser analisado por radioimunoensaio (RIA) para os hormônios testosterona total e HC, de acordo com técnicas publicadas por Dwenger⁵ (1984). Os kits foram supridos pela Diagnostic Products Corporation (DPC), Los Angeles – USA.

Teste de uma repetição máxima (1RM)

Consiste em tentar levantar determinado peso com uma carga subjetiva, utilizando-se equipamentos de musculação. Se o peso for levantado, acrescenta-se de 1 a 5 kg, dependendo se a execução foi “fácil” ou “difícil”. Espera-se cerca de 3 a 5 minutos entre uma tentativa e outra. O processo é repetido até a carga máxima (peso levantado uma única vez) ser obtida. Os exercícios avaliados foram: supino reto; Hack, remada sentado no pulley baixo, rosca direta e tríceps na roldana alta previamente descrito em FETT *et al.*⁶.

Avaliação da composição corporal

Estatura em metros (A), peso corporal em quilogramas (kg), em uma balança do tipo plataforma da marca Filizolla, com precisão de 0.1 kg para peso e 0.1 cm para altura. Os atletas foram medidos usando apenas sunga. Para composição corporal foi utilizado um compasso científico da marca Cescorf, com a pressão constante de 10 g/mm² na superfície de contato e precisão de 0.1 mm. Foram medidas as seguintes dobras cutâneas: peitoral (P), abdome (AB), coxa (CX), e panturrilha (P); circunferências: braço relaxado (BR), antebraço (AB), panturrilha (PR), coxa (CO), usando uma fita metálica flexível com precisão de 0,1 cm, de acordo com técnicas convencionais¹⁶.

A massa muscular (MM) em gramas foi calculada pela seguinte fórmula:

$$MM = A \times (0.0553 \times Gt^2 + 0.0987 \times Gf^2 + 0.0331 \times Gc^2) - 2445$$

Onde A é estatura em metros, Gt é a circunferência da coxa corrigida pela sua respectiva dobra cutânea, Gf é a circunferência do antebraço e Gc é a circunferência da panturrilha corrigida pela sua respectiva dobra cutânea, sendo todas as medidas em centímetros. A correção das circunferências foi feita reduzindo delas π vezes suas respectivas dobras cutâneas¹¹.

Estatística

O teste *Spearman Rank Correlation* foi utilizado para comparar as variáveis em duplas. As comparações para correlação entre as variáveis foram realizadas entre as medidas obtidas no momento 1 (M1) e momento 2 (M2). Algumas comparações foram feitas diretamente entre a medida obtida em um momento e outro, e outras comparações foram feitas entre um determinado momento e o delta (D) (diferença entre o valor final menos o inicial: $M2 - M1$) de certa variável. Para as conclusões estatísticas foram utilizados intervalos de confiança de 95% e 5% de significância e os resultados são a média e desvio-padrão. Os testes foram realizados pelo programa de estatística *Graph Pad in Stat*.

Resultados

Os resultados são apresentados nas figuras de forma individual para cada análise avaliada. As correlações foram feitas aos pares, com as especificações em cada figura por siglas e a descrição no enunciado. A descrição de cada comparação e a estatística se encontra no enunciado das figuras.

FIGURA 1 – Correlação entre a massa muscular inicial (MM.M1) e o delta da massa muscular (DMM kg). Houve significante correlação negativa entre as variáveis ($P = 0.0406$, $r = -0.5965$).

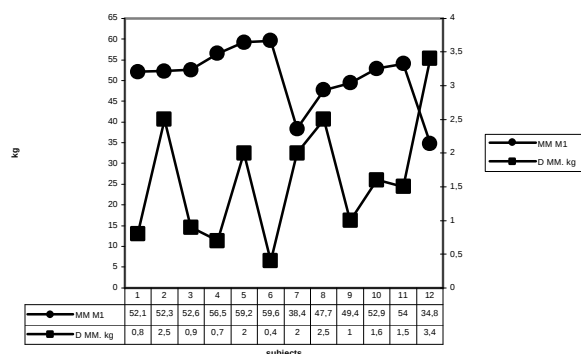


FIGURA 2 – Correlação entre a massa muscular inicial (MM.M1) e o percentual somatório do delta para 5 exercícios (DS5%). Houve significante correlação negativa entre as variáveis ($P = 0.0229$, $r = -0.6364$).

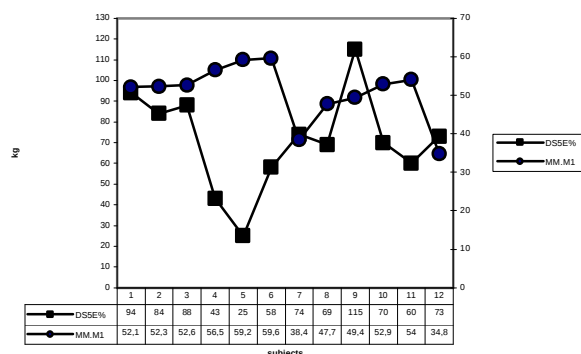


FIGURA 3 – Correlação entre a massa muscular inicial (MM.M1) e o percentual do delta para o exercício supino (DS%). Houve significante correlação negativa entre as variáveis ($P = 0.0096$, $r = -0.7276$).

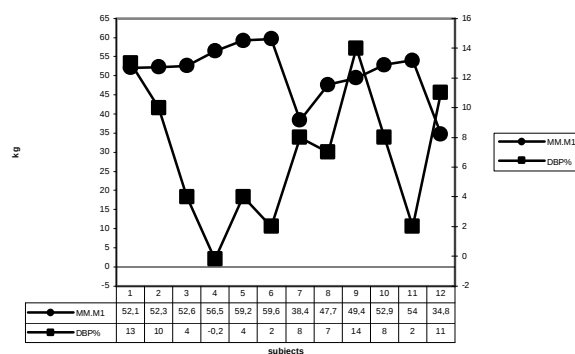


FIGURA 4 – Correlação entre a massa muscular inicial (MM.M1) e o percentual do delta para o exercício Hack (DH%). Não houve significância para correlação negativa entre as variáveis ($P = 0.2862$, $r = -0.3494$).

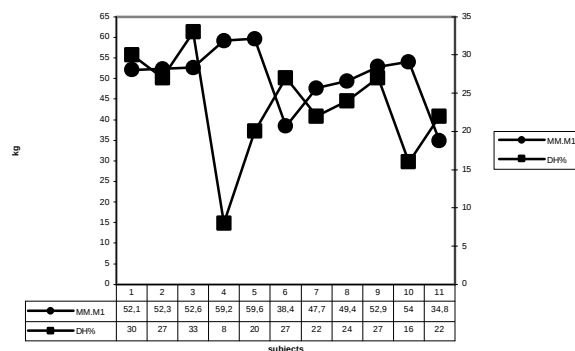


FIGURA 5 – Correlação entre a massa muscular inicial (MM.M1) e o percentual do delta para o exercício remada sentado (DRS %). Não houve significância para correlação negativa entre as variáveis ($P = 0.9910$, $r = 0.003509$).

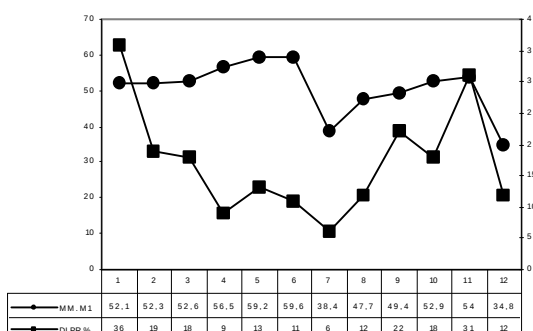


FIGURA 6 – Correlação entre a massa muscular inicial (MM.M1) e percentual do delta para o exercício rosca direta (DRD%). Não houve significância para correlação negativa entre as variáveis ($P = 0.3859$, $r = -0.7424$).

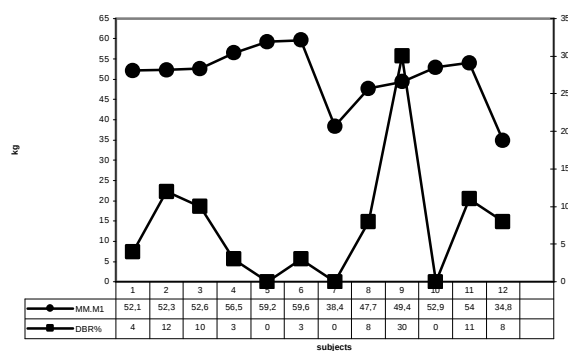


FIGURA 7 – Correlação entre a massa muscular inicial (MM.M1) e o percentual do delta do exercício tríceps no pulley (DTP%). Não houve significância para correlação negativa entre as variáveis ($P = 0.2030$, $r = -0.4191$).

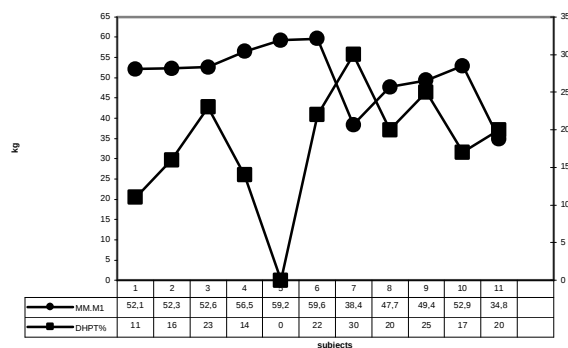


FIGURA 8 – Correlação entre o percentual do delta da massa muscular (DMM %) e a testosterona total basal (ng/ml) no início do estudo (TTM1). Houve significante correlação negativa entre as variáveis ($P = 0.0402$, $r = -0.6347$).

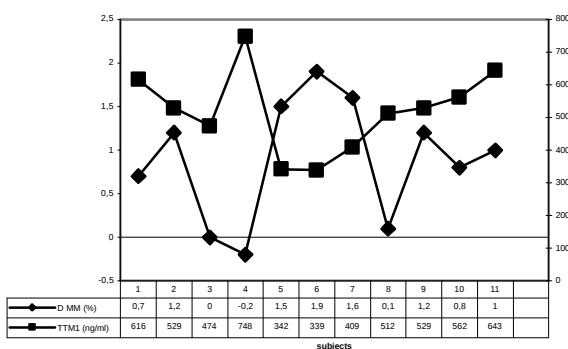


FIGURA 9 – Correlação entre o percentual do delta da massa muscular (DMM %) e o percentual do delta somatório para 5 exercícios (DS5%). Não houve significância para correlação negativa entre as variáveis ($P = 0.7283$, $r = -0.1123$).

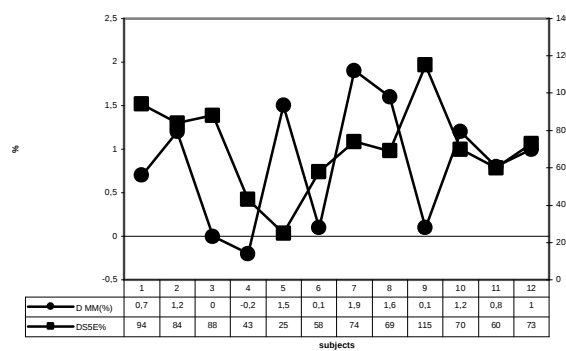


FIGURA 10 – Correlação entre o percentual do delta da massa muscular (DMM %) e o hormônio do crescimento no início do estudo (HCM1, ng/ml). Não houve significância para correlação positiva entre as variáveis ($P = 0.3304$, $r = 0.3385$).

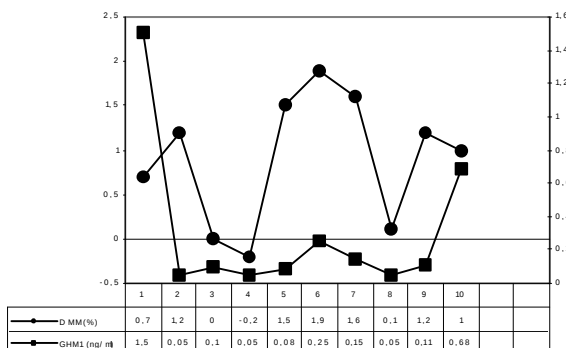


FIGURA 11 – Correlação entre a massa muscular final (MMM2) e o teste de 1 repetição máxima (1RM) para o exercício supino reto no final do estudo (SkgM2). Houve significante correlação positiva entre as variáveis ($P = 0.0001$, $r = 0.9596$).

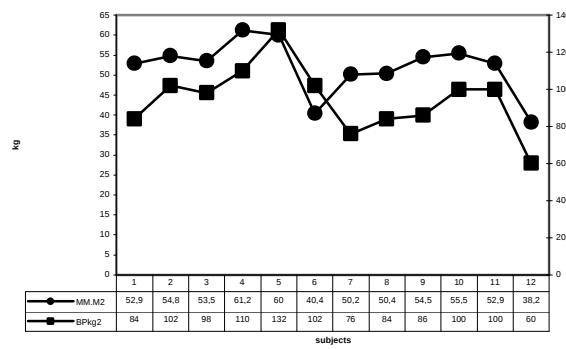
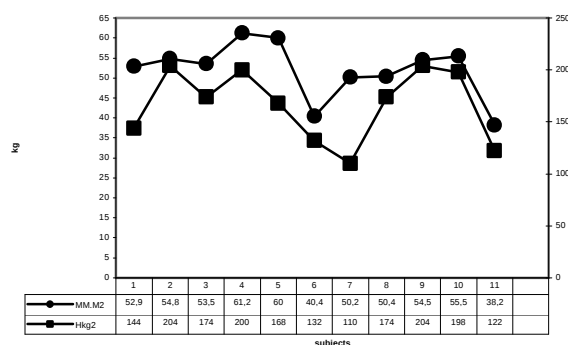


FIGURA 12 – Correlação entre a massa muscular final (MM.M2) e o teste de 1 repetição máxima (1RM) para o exercício Hack (HkgM2). Houve significativa correlação positiva entre as variáveis ($P = 0.0162$, $r = 0.7169$).



Discussão

Para tentar atingir os objetivos deste estudo, utilizamos um treinamento de alta intensidade. A intensidade e volume do treinamento foram elevados, mas condensados, oscilando o lapso temporal de cada sessão entre 50 minutos (a mais curta) e 1 hora e 15 minutos (a mais longa). Para isso utilizamos múltiplas séries e combinações de sistemas de treinamento a fim de reduzir o tempo de recuperação, causando adaptações hormonais e energéticas favoráveis ao desenvolvimento muscular¹³.

Nas primeiras 4 semanas o incremento da força é mais devido à melhora na habilidade neuromuscular do que a hipertrofia do músculo¹⁵. Não foi significativa a correlação do DMM.% e DS5%, o que corrobora com esta hipótese (Fig. 9). Todavia, em dados previamente publicados por nosso grupo⁶, o aumento da massa muscular (média de 2.2 kg), e aumento somatório da força para os cinco exercícios avaliados, foram estatisticamente significativos, resultando em ganho de força e hipertrofia em curto prazo. Essa controvérsia em nossos resultados pode ser devida a um grande desvio-padrão da amostra.

Não obstante este resultado, dados de Antonio e Gonyea² (1993), sugerem a necessidade de 2 meses para a mensagem que modifica a expressão protéica estimule o acúmulo de novo tecido causando hipertrofia e, ou hiperplasia muscular. Não se podem descartar também os efeitos retardados e cumulativos¹⁴, do mês prévio de equalização ao treinamento, no qual se desempenhava o mesmo protocolo. O efeito cumulativo parece ser mais importante que o agudo. Uma sessão aguda, mesmo de alta intensidade a ponto de causar lesão muscular, não muda a performance e hipertrofia do músculo⁷. Este resultado fortalece a noção de que são necessários treinos subseqüentes e maior tempo para que incorporem novas adaptações morfológicas e de performance. Todavia, nossos resultados não permitem responder a esta questão.

Houve significativa correlação negativa entre a MM.M1 e o DMM.kg, o DS5% e DS% (Figs. 1-3), mas curiosamente não em relação ao D percentual do ganho de força para os outros 4 exercícios quando avaliados individualmente (Figs. 4-7). Chilibeck *et. al.*³ observaram mais rápido desenvolvimento dos grupamentos musculares menores (braços), comparados aos maiores (tronco e pernas). Estes autores sugerem que adaptações neurais podem ser mais rápidas em grupamentos musculares menores comparados aos maiores. Em nosso estudo

encontramos resultados discrepantes desse. Quando analisado separadamente, somente o exercício rosca direta não apresentou aumento significativo entre M1 e M2 (dados previamente publicados)⁶. A análise em conjunto dos cinco exercícios, demonstrou significativa correlação negativa com a MM.M1.

Era esperado que os níveis hormonais basais pudessem influenciar o aumento de força e hipertrofia muscular. Tanto a testosterona¹⁷ como o HC^{8,17} estimulam a síntese protéica. Em nosso estudo, encontramos correlação negativa da testosterona e sem significância para o HC, em relação ao aumento de massa muscular (Figs. 8 e 10). Diferentes resultados são encontrados na literatura para alteração hormonal e hipertrofia muscular. Alguns estudos associam os níveis basais de testosterona e HC ao aumento muscular e de força⁸, sendo que o treino *per se* pode aumentar a liberação desses hormônios⁹. Todavia, o aumento de força e hipertrofia pode acontecer sem alteração hormonal induzida pelo treinamento⁸ sugerindo que outros fatores contribuíram para estas adaptações, mesmo sem alteração hormonal.

Quando submetidos a treinamento de força homens hipertrofiavam mais que as mulheres¹⁰. Homens têm concentrações de testosterona em torno de 10 vezes mais que as mulheres¹⁷, justificando este resultado. Todavia, curiosamente, outro estudo encontrou maior hipertrofia em mulheres comparadas aos homens, submetidas a um mesmo protocolo de força 4, reforçando que outros fatores, além dos hormonais, podem ser determinantes na força e hipertrofia muscular. As múltiplas variáveis biológicas e dos protocolos de treinamento são suficientes para assumirem diferentes resultados, o que pode ter acontecido em nosso estudo.

Resultados da literatura⁸ e os nossos demonstram que mudanças na força e massa muscular não dependem somente de alterações hormonais. Todavia, pode ser que os sujeitos mais fracos de nosso estudo tenham tido maior amplitude na resposta do aumento da testosterona, uma vez que este hormônio responde à intensidade do treinamento⁹, que pode ter sido proporcionalmente maior para estes sujeitos. Isto explicaria a correlação negativa da testosterona inicial à hipertrofia muscular, mas não comparamos a massa muscular inicial aos níveis basais de testosterona, sendo necessário investigar esta hipótese.

Quanto mais treinado um sujeito, maior a tendência de atingir patamares de estabilização, impedindo que haja desenvolvimento *ad infinitum* de uma determinada valência física¹⁴. Um músculo pode desenvolver tensão máxima de aproximadamente 2-5 kg/cm² de sessão transversa¹⁵, justificando a maior tensão gerada por músculos maiores, o que demonstramos pela significativa correlação positiva da MM.M2 e a força máxima dos exercícios supino e Hack.

Todavia, vários mecanismos podem regular os resultados do treinamento, dependendo de volume e intensidade dos exercícios¹⁹. Pode haver aumento na força sem aumento de massa muscular¹, e hipertrofia muscular sem aumento na força. O treinamento de força e resistência em uma mesma sessão comparada com dias separados prejudicou o desenvolvimento de força, mas não a hipertrofia muscular¹⁸. Jones e Rutherford¹², observaram como resultado de 12 semanas de treinamento resistido, o aumentou da força das unidades motoras por unidade de área do corte transversal, do músculo. Isto sugere que a maior massa muscular tem capacidade de desenvolver mais

tensão por cm² de corte transversal especialmente em músculos treinados. Nossos resultados observaram tanto aumento de força como de hipertrofia, corroborando com a noção clássica que o aumento de força e hipertrofia do músculo estão correlacionados. Todavia não são sempre concomitantes, podendo ocorrer um em ausência do outro.

Em resumo, estes resultados antes de serem apenas contraditórios são complementares, demonstrando que o sistema muscular responde a vários tipos de estímulos e a super-compensação ocorre em diversos níveis e sistemas. É evidenciada pela discussão acima a dificuldade de separar in vivo, os mecanismos responsáveis pelo incremento de determinada valência física. Possivelmente, a ativação neuromuscular e a hipertrofia do músculo contribuíram para o aumento de força observados neste estudo. Os hormônios têm papel importante neste desenvolvimento, mas muitos outros fatores contribuintes podem permitir alterações nestas variáveis sem correlacionar à testosterona ou HC. Os limites biológicos estão mais próximos aos indivíduos mais treinados e musculosos, diminuindo o seu potencial de desenvolvimento.

Agradecimentos

Agradeço a Nailza Maestá pela orientação dietética, Angela Petricio, Camila Correa pelo auxílio na coleta dos dados e a Roberto Carlos Burini por sua contribuição científica nas discussões.

Referências Bibliográficas

1. Akima H *et al.* Early phase adaptations of muscle use and strength to isokinetic training. **Med. Sci. Sports Exerc.** 1999; 31:588-94.
2. Antonio J e Gonyea WJ. Skeletal muscle fiber hyperplasia. **Med. Sci. Sports Exerc.** 1993; 25:1333-1345.
3. Chilibeck PD *et al.* A comparison of strength and mass increases during resistance training in young women. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.** 1998; 77:170-5.
4. Cureton KJ *et al.* Muscle hypertrophy in men and women. **Med. Sci. Sports Exerc.** 1988; 20:338-44.
5. Dwenger A. Radioimmunoassay: an overview. **J. Clin. Chem. Clin. Biochem.** 1984; 22:883-94.
6. Fett CA *et al.* Suplementação de ácidos graxos ômega-3 ou triglicerídios de cadeia média para indivíduos em treinamento de força. **Motriz.** 2001; 7:83-91.
7. Folland JP *et al.* Acute muscle damage as a stimulus for training-induced gains in strength. **Med. Sci. Sports Exerc.** 2001; 33:1200-5.
8. Hakkinen K *et al.* Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. **J. Appl. Physiol.** 2001; 91:569-80.
9. Higbie EJ *et al.* Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. **J. Appl. Physiol.** 1996; 81:2173-2181.
10. Ivey FM *et al.* Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. **J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.** 2000; 11:641-8.

11. Jelliffe EFP and Jelliffe DB. The arm circumference as a public health index of protein-calorie malnutrition of early childhood (letter to the Editor). **J. Trop. Pediatr.** 1969; 15:139.
12. Jones DA and Rutherford OM. Human muscle strength training: the effects of three different regimens and the nature of the resultant changes. **J. Physiol.** 1987; 139:1-11.
13. Marx JO *et al.* Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Med. Sci. Sports Exerc.** 2001; 4:635-643.
14. Matvéiev LP. **Fundamentos do treino desportivo.** Portugal, Lisboa: Horizonte da Cultura Física, 1986.
15. Moritani T. Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. **J. Biomechanics.** 1993; 26:95-107.
16. Navarro AM and MARCHINI JS. Uso de medidas antropométricas para estimar gordura corporal em adultos. **Nutrire: Brazilian Food Nutr.** 2000; 19/20: 31-74.
17. Rooyackers OE and NAIR KS. Hormonal regulation of human muscle protein metabolism. **Annu Ver. Nutr.** 1997; 17:457-85.
18. Sale DG. *et al.* Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. **Med. Sci. Sports Exerc.** 1990; 22:348-56.
19. Tesch PA and Larsson L. Muscle hypertrophy in bodybuilders. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.** 1982; 49:301-6.
20. Vittone J *et al.* Effect of single nightly injections of growth hormone-releasing hormone (GHRH) 1-29 in healthy elderly men. **Metabolism.** 1997; 46:89-96.