

## EFEITOS DO VOLUME E INTENSIDADE DE TREINO NO INCHAÇO AGUDO DOS FLEXORES DO COTOVELO

LORENZO SANTANA AVILA<sup>1</sup>; GABRIEL DE MORAES SIQUEIRA<sup>2</sup>; FABRICIO BOSCOLO DEL VECCHIO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [lorenzotiska40@gmail.com](mailto:lorenzotiska40@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [gabrieldemoraessiqueira@gmail.com](mailto:gabrieldemoraessiqueira@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [fabricioboscolo@gmail.com](mailto:fabricioboscolo@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Apesar do treinamento de força (TF) ser o principal método para aumento de massa magra (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009), seus mecanismos de ação ainda não são totalmente compreendidos, principalmente o estresse metabólico e sua relação com a hipertrofia muscular (SCHOENFELD, 2010; SCHOENFELD, 2013). A literatura já documentou uma relação dose-resposta entre volume de treino e ganho de massa magra (BAZ-VALLE, 2022), ao mesmo passo que diferentes intensidades de carga são igualmente eficazes para alcançar esse objetivo (LOPEZ, 2021). Ademais, alguns estudos, como HIRONO et. al. (2022), observaram correlação forte entre o inchaço muscular agudo e a hipertrofia muscular crônica, corroborando a hipótese de que o inchaço muscular pode sinalizar para ganhos de massa magra (DE FREITAS, 2017; SCHOENFELD, 2013). Entretanto, ainda pouco se sabe sobre os efeitos do volume e intensidade de uma sessão de TF no subsequente estresse metabólico gerado nos praticantes. Diante desse contexto, o objetivo do estudo é: 1) investigar a relação entre o volume de uma sessão de TF e o inchaço muscular agudo desse treino e 2) comparar o inchaço muscular entre diferentes intensidades de carga.

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo experimental com medidas repetidas e *crossover* foi realizado com 6 homens treinados, de idade média de  $22 \pm 3,03$  anos de idade, peso  $95,3 \pm 32,36$  kg e  $4,2 \pm 2,88$  anos de experiência com TF. Cada um realizou três visitas ao laboratório, espaçadas de 72h a uma semana: a primeira para os testes de 20RM e 12RM (TAYLOR, 2011), a segunda para a realização de 15 séries de flexão de cotovelo unilateral no banco *scott* com halter, de 15-20 repetições (grupo leve, GL), e a terceira similar à segunda, porém de 6-8 repetições por série (grupo pesado, GP). Além disso, cada braço dos participantes foi submetido a uma das intervenções, onde houve randomização tanto do braço para intervenção quanto da intensidade utilizada.

O procedimento de teste de 8 e 20 repetições máximas (RM) foi similar ao utilizado por Taylor et al. (2011). A primeira série foi considerada de familiarização, onde os praticantes estimaram suas faixas de repetição e, em seguida, fizeram suas primeiras tentativas. Após isso, o peso foi gradualmente aumentado até que o praticante atingisse a faixa de repetições estipulada. Ademais, cada intensidade de carga foi designada de maneira randomizada a um dos braços dos participantes.

Foi realizado um protocolo de aquecimento específico antes da primeira série de cada sessão, onde os participantes realizaram 15-20 repetições com carga externa submáxima no exercício. A sua realização ocorreu em amplitude de 90° de flexão de cotovelos com fase concêntrica de 2-4 segundos e excêntrica de 2 segundos, sendo utilizado um metrônomo para controle da cadência do movimento. Ademais, as séries foram realizadas até o ponto de falha muscular concêntrica, onde a mesma é definida como a tentativa falha de completar o movimento num tempo de no máximo 4 segundos. O tempo de descanso foi fixo de 2 minutos entre séries, enquanto que o controle da carga externa foi realizado via *feedback*, ou seja, caso as repetições saíssem da faixa estipulada, ocorreria um aumento ou diminuição de aproximadamente 10% na carga externa utilizada. Outrossim, a espessura muscular (EM) foi aferida utilizando-se ultrassom de modo A (Bodymetrix Pro System; Intelametrix, Inc., Livermore, CA, EUA) com os participantes em posição anatômica; para ambos os grupos foram realizadas medidas pré intervenção e a cada 3 séries do exercício. Foi definida como EM a distância entre a borda superficial do úmero e a fáscia do bíceps braquial, sendo equivalente à média de 8 pontos de medição de EM ao longo do músculo (porção proximal do bíceps braquial até a fossa cubital).

Os dados são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. Para a análise inferencial, foram utilizadas Equações de Estimativas Generalizadas (GEE), tendo como variáveis independentes o grupo (GL e GP) e o momento de avaliação (M0, M1, M3 até M15, onde M0= pré-intervenção, M1 após a primeira série e assim por diante). As variáveis dependentes foram a espessura muscular e volume de carga. Para múltiplas comparações, foi aplicado o post-hoc de Bonferroni e o nível de significância foi estabelecido em  $p < 0,05$ . Todas as análises foram conduzidas no software estatístico SPSS, v27.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise inferencial revelou diferenças estatisticamente significativas entre os momentos tanto para a espessura muscular ( $p < 0,001$ ) quanto para o volume load ( $p < 0,001$ ). Além disso, observaram-se diferenças entre os grupos no volume load ( $p = 0,003$ ) e interação significativa entre grupo e momento para espessura muscular ( $p < 0,001$ ) e volume load ( $p < 0,001$ ). Além disso, o coeficiente de correlação de Pearson entre Espessura e Volume Load é 0,245, indicando uma correlação positiva moderada entre essas duas variáveis. Os dados detalhados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Alterações na espessura muscular e *volume load* ao longo de 15 séries em dois protocolos de carga

Variável	Grupo	M0	M1	M3	M6	M9	M12	M15
Espessura (mm)	GL	40,43 $\pm$ 6,01 <sup>a</sup>	42,19 $\pm$ 6,10 <sup>ac</sup>	45,35 $\pm$ 6,29 <sup>b</sup>	45,4 $\pm$ 6,69 <sup>bc</sup>	46,23 $\pm$ 7,10 <sup>bc</sup>	46,83 $\pm$ 7,72 <sup>b</sup>	45,1 $\pm$ 7,67 <sup>bc</sup>
	GP	38,5 $\pm$ 3,31 <sup>a</sup>	40,36 $\pm$ 4,56 <sup>ab</sup>	41,43 $\pm$ 3,80 <sup>b</sup>	44,01 $\pm$ 3,64 <sup>c</sup>	46,3 $\pm$ 4,34 <sup>d</sup>	45,03 $\pm$ 2,83 <sup>cd</sup>	45,34 $\pm$ 4,34 <sup>cd</sup>
Volume Load (u.a)	GL	-	216,83 $\pm$ 27,12 <sup>a*</sup>	106,83 $\pm$ 32,20 <sup>b</sup>	105,33 $\pm$ 22,68 <sup>bd*</sup>	80,67 $\pm$ 29,34 <sup>cd</sup>	71,8 $\pm$ 15,21 <sup>cx</sup>	64,33 $\pm$ 13,82 <sup>c</sup>
	GP	-	130,33 $\pm$ 65,34 <sup>ab</sup>	76,25 $\pm$ 21,09 <sup>ab</sup>	73,17 $\pm$ 12,76 <sup>a</sup>	68,33 $\pm$ 21,17 <sup>ab</sup>	56,83 $\pm$ 5,43 <sup>bc</sup>	48,67 $\pm$ 15,9 <sup>c</sup>

Letras diferentes significam diferenças estatisticamente significantes entre momentos. \* = diferenças estatisticamente significantes entre grupos. GL= Grupo leve. GP= Grupo pesado.

Para o GP, a partir de 9 séries não houve diferença estatística na espessura muscular, enquanto que para o GL o mesmo desfecho foi observado a partir de 3 séries. Esse resultado aponta que intensidades menores precisam de menos séries para gerar um inchaço muscular agudo significativo nos flexores do cotovelo. Isso indica que em rotinas de treinamento, intensidades baixas podem ser utilizadas em uma dose mínima, considerando que em estudos recentes, poucas séries com número de repetições altas foram suficientes para gerar adaptações relacionadas ao estresse metabólico (WEAKLEY, 2023). Esse resultado vem em linha com revisões sistemáticas sobre intensidade de carga (LOPEZ, 2020; SCHOENFELD, 2017), os quais apontam que intensidades menores geram maior inchaço, porém tais revisões contém majoritariamente estudos com volume baixo, o que difere do presente estudo. A similaridade do inchaço entre intensidades diferentes, dada uma sessão volumosa de TF, pode indicar que o principal mecanismo de hipertrofia resultante de intensidades baixas pode não ser o estresse metabólico, e sim a tensão mecânica (SCHOENFELD, 2010), tendo em vista que rotinas de TF frequentemente envolvem altos volumes de treinamento por grupo muscular (ALVES, 2020).

Tendo em vista a correlação moderada entre volume load e espessura muscular, uma das hipóteses para o ocorrido é que o VC diminui muito mais rapidamente para o GL, enquanto que para o GP o VC é mantido de maneira mais estável. Esta manutenção do VC provavelmente garantiu níveis maiores de tensão mecânica ao longo das 15 séries (NÓBREGA, 2022) e, consequentemente, gerou aumentos mais significativos na espessura, principalmente após a 3<sup>o</sup> série (o que não ocorreu com o GL).

Além disso, os resultados de *volume load* vieram como o esperado, tendo em vista que intensidades menores tendem a gerar maior VC (SCHOENFELD, 2017), porém a diferença entre a queda desse VC entre intensidades ao longo de uma sessão de TF volumosa ainda não era caracterizada na literatura.

#### 4. CONCLUSÕES

Para exercícios realizados em intensidades altas, é necessária a realização de 9 séries para maximização do inchaço agudo, enquanto que para intensidades menores, são necessárias 3 séries. Apesar dessa diferença na taxa de aumento da espessura na porção inicial do treino, ambas intensidades geraram inchaço agudo similar na sessão ao total. Intensidades menores geram maior VC, porém essa diferença tende a diminuir ao longo de uma sessão de TF, principalmente a partir da 9<sup>o</sup> série. Intensidades baixas geram maiores quedas no VC, enquanto que intensidades altas tendem a ter uma menor diminuição no VC.

#### 5. REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

DE FREITAS, M. C.; GEROSA-NETO, J.; ZANCHI, N. E.; LIRA, F. S.; ROSSI, F. E. Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: Practical applications. **World Journal of Methodology**, v. 7, n. 2, p. 46–54, 26 jun. 2017.

SCHOENFELD, B. J. The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2857–72, out. 2010.

SCHOENFELD, B. J. Potential Mechanisms for a Role of Metabolic Stress in Hypertrophic Adaptations to Resistance Training. **Sports Medicine**, v. 43, n. 3, p. 179–194, 22 jan. 2013.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of sports sciences**, v. 35, n. 11, p. 1073–1082, 2017.

BAZ-VALLE, E.; BALSABORE-FERNANDÉZ, C.; ALIX-FAGES, C.; SANTOS-CONCEJERO, J. A Systematic Review of the Effects of Different Resistance Training Volumes on Muscle Hypertrophy. **Journal of Human Kinetics**, v. 81, n. 1, p. 199–210, 28 jan. 2022.

LOPEZ, P.; RADAELLI, R.; TAAFFE, D. R.; NEWTON, R. U.; GALVÃO, J. P.; TRAJANO, G. S.; TEODORO, J. L.; KRAEMER, W. J.; HÄKKINEN, K.; PINTO, R. S. Resistance Training Load Effects on Muscle Hypertrophy and Strength Gain. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. Publish Ahead of Print, n. 6, 26 dez. 2020.

HIRONO, T.; IKEZOE, T.; TANIGUCHI, M.; TANAKA, H.; SAEKI, J.; YAGI, M.; UMEHARA, J.; ICHIHASHI, N. Relationship Between Muscle Swelling and Hypertrophy Induced by Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 36, n. 2, p. 1, jan. 2020.

SCHOENFELD, B. J.; GRGIC, J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3508–3523, dez. 2017.

NÓBREGA, S. R.; SCARPELLI, M. C.; BARCELOS, C.; CHAVES, T.S.; LIBARDI, C. A. Muscle Hypertrophy Is Affected by Volume Load Progression Models. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. Publish Ahead of Print, 20 jan. 2022.

ALVES, R. C.; PRESTES, J.; ENES, A.; DE MORAES, W. M. A.; TRINDADE, T. B.; DE SALLES, B. F.; ARAGON, A. A.; SOUZA-JUNIOR, T. P. Training Programs Designed for Muscle Hypertrophy in Bodybuilders: A Narrative Review. **Sports**, v. 8, n. 11, p. 149, 18 nov. 2020.

WEAKLEY, J.; SCHOENFELD, B. J.; LJUNGBERG, J.; HALSON, S. L.; PHILLIPS, S. M. Physiological Responses and Adaptations to Lower Load Resistance Training: Implications for Health and Performance. **Sports Medicine**, v. 9, n. 1, 12 maio 2023.