

COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DE FORÇA EM DOIS MODELOS DE DIVISÃO DE SÉRIES EM SUJEITOS TREINADOS

Enrico Gori Soares^{1,2}, Gustavo Zorzi Fioravanti¹, Felipe Alves Brigatto¹
 Willy Andrade Gomes², Josinaldo Jarbas da Silva²
 Fabio Sisconetto de Freitas¹, Roberto Aparecido Magalhães¹
 Paulo Henrique Marchetti³

RESUMO

Introdução: A realização de séries múltiplas de forma agrupada para o mesmo grupamento muscular pode causar uma progressiva redução na capacidade de sustentação da produção de força, por outro lado, alternar a execução de exercícios em blocos de séries pode minimizar tal efeito. **Objetivo:** Comparar o desempenho de força antes e após dois diferentes modelos de divisão de séries (agrupadas ou em bloco) em sujeitos treinados. **Métodos:** Os procedimentos foram realizados em três sessões. A primeira sessão serviu de familiarização e determinação 10RM no exercício rosca bíceps na polia (RB) e tríceps na polia (ET). A segunda e terceira sessões foram aleatorizadas. Na sessão de séries agrupadas (SA) foram realizadas 8 séries sequenciais de 10RM em cada exercício. Na sessão de séries em bloco (SB) os exercícios foram alternados a cada 4 séries até que 8 séries com 10RM fossem realizadas. Um intervalo de 2' entre séries e exercícios foi adotado. Uma ANOVA (2x2) medidas repetidas com os fatores condição (SA e SB) e momento (pré e pós-sessão) comparou o impulso em cada exercício. Uma significância de 5% foi adotada. **Resultados:** Ambos os modelos (SB e SA) apresentaram redução do impulso. Para a RB houve uma redução do impulso na condição de SA ($P<0,001$), e SB ($P=0,005$). Para a ET houve uma redução significativa na condição de SA ($P<0,001$) e SB ($P=0,007$). **Conclusão:** Ambos os modelos de treinamento de força com séries agrupadas e bloco reduziram o impulso dos exercícios rosca de bíceps e extensão de tríceps na polia na mesma magnitude, sugerindo efeito similar de fadiga.

Palavras-chave: Força. Desempenho. Ordem dos exercícios.

2-Grupo de Pesquisa em Neuromecânica do Treinamento de Força, Universidade Nove de Julho, São Paulo-SP, Brasil.

ABSTRACT

Comparison on the strength performance on different models of sets organization in well-trained subjects

Introduction: The performance of sequential sets for the same muscle group may cause a progressive reduction on practitioner's ability to sustain load, on the other hand, the block model of sets may reduce such effect. **Objective:** Compare the strength performance of two models of sets organization (grouped and block) in well trained men. **Methods:** The experimental procedure was performed in three sessions. The first session was a familiarization, and then a 10RM testing of biceps curl (BC) and triceps pushdown (TP) was conducted. The second and third sessions were randomized, and in each session just one model was used. Grouped Sets Model (GS): 8 sets of 10RM for each exercise (BC and TP) were performed, and Block Sets Model (BS): each exercise (BC and TP) was alternated every 4 sets (each block) twice, until 8 sets of 10RM were performed for each exercise. A rest interval of 2 minutes between sets and exercises was adopted. A repeated-measures ANOVA (2x2) was used. A significance of 5% was adopted. **Results:** GS and BS showed a decrease in impulse variable. For BC exercise, there was a decrease in impulse for GS ($P<0.001$), and BS ($P=0.005$). For the TP exercise, there were a decrease in impulse for GS ($P<0,001$), and BS ($P=0,007$). **Conclusion:** Both methods of strength training (grouped and blocks of sets) reduce the impulse of biceps curl and triceps pushdown at similar level.

Key words: Force. Performance. Exercise order.

1-Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências do Movimento Humano, Faculdade de Ciências da Saúde; Grupo de Pesquisa em Performance Humana, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba-SP, Brasil.

RESUMEN

Comparación en el rendimiento de la fuerza en diferentes modelos de organización de series en sujetos bien entrenados

Introducción: La realización de series múltiples de forma agrupada para el mismo grupo muscular puede causar una progresiva reducción en la capacidad de sustentación de la producción de fuerza, por otro lado, alternar la ejecución de ejercicios en bloques de series puede minimizar tal efecto. **Objetivo:** Comparar el rendimiento de la fuerza antes y después de dos diferentes modelos de división de series (agrupadas o en bloque) en sujetos entrenados. **Métodos:** Los procedimientos experimentales se realizaron en tres sesiones. La primera sesión sirvió de familiarización y determinación 10RM en el ejercicio rosca bíceps en la polea (RB) y tríceps en la polea (ET). La segunda y tercera sesiones fueron aleatorizadas. En la sesión de series agrupadas (SA) se realizaron 8 series secuenciales de 10RM para cada ejercicio (RB y ET). En la sesión de series en bloque (SB) los ejercicios (RB y ET) fueron alternados a cada 4 series hasta que se realizaron 8 series con 10RM. Se ha adoptado un intervalo de 2 minutos entre series y ejercicios. Una ANOVA (2x2) medidas repetidas con los factores condición experimental (SA y SB) y momento (pre y post-sesión) comparó el impulso en cada ejercicio. Se ha adoptado una significancia del 5% para todas las pruebas estadísticas. **Resultados:** Ambos modelos (SB y SA) presentaron reducción del impulso. Para la RB hubo una reducción del impulso en la condición de SA ($P < 0,001$), y SB ($P = 0,005$). Para la ET hubo una reducción significativa en la condición de SA ($P < 0,001$) y SB ($P = 0,007$). **Conclusión:** Ambos modelos de entrenamiento de fuerza con series agrupadas y bloque redujeron el impulso de los ejercicios rosca de bíceps y extensión de tríceps en la polea en la misma magnitud, sugiriendo efecto similar de fatiga.

Palabras clave: Resistencia. Rendimiento. Orden de ejercicio.

INTRODUÇÃO

A divisão dos grupamentos musculares em diferentes dias de treino é uma estratégia utilizada entre indivíduos treinados em força visando aumentar o volume e a variabilidade nos estímulos aplicados. Dentro de cada sessão diária de treino, ainda é possível manipular a ordem dos exercícios ou mesmo na estratégia de aplicação da carga de treino (Schoenfeld, 2011).

No caso da carga de treino, diferentes modelos podem ser aplicados visando reduzir a fadiga neuromuscular, aumentar o volume load ou reduzir o tempo da sessão (Robbins e colaboradores, 2010c).

Adicionalmente, a manipulação das series para o mesmo grupo muscular influencia o efeito transitório de fadiga de uma série para a série seguinte, o que consequentemente, pode afetar positivamente o número de repetições, o volume absoluto e a manutenção da força na sessão.

Assim, uma das possíveis estratégias é a manipulação na forma de aplicação do número de series por grupamento muscular na mesma sessão (Peterson e colaboradores, 2004; Ralston e colaboradores, 2017; Schoenfeld colaboradores, 2016).

Diversas meta-análises têm respaldado o uso de series múltiplas para o desenvolvimento da força máxima (Krieger, 2009; Peterson e colaboradores, 2004; Ralston e colaboradores, 2017; Rhea e colaboradores, 2003) e hipertrofia (Krieger 2010; Schoenfeld e colaboradores, 2016).

Schoenfeld e colaboradores (2016) sugeriram que cada série adicional aumenta em 0,36% o potencial hipertrófico em uma sessão de treinamento.

Assim, a recomendação de series por grupo muscular em uma única sessão vai de 6 a 20 para indivíduos recreacionalmente treinados em força (Bloomer, 2000; Lin e Chen, 2012; Marchetti e Lopes, 2014; Prestes e colaboradores, 2016) e pode atingir até 20 a 30 series para atletas de força como powerlifters, weightlifters e bodybuilders (Hackett e colaboradores, 2013; Zatsiorsky e Kraemer, 2008).

Entretanto, a realização de series agrupadas também está associada com a progressiva redução na força à medida que a sessão é realizada mesmo quando longos intervalos de recuperação são adotados (Maia

e colaboradores, 2014; Miranda e colaboradores, 2010).

Portanto, rotinas parceladas ou modelos de treino que manipulam a ordem dos exercícios têm sido desenvolvidos com o objetivo de reduzir a fadiga e sustentar o desempenho de força sem aumentar o tempo das sessões de treinamento (Schoenfeld, 2011).

As séries na sessão de treino podem ser organizadas de forma agrupada ou em blocos. O modelo agrupado caracteriza-se pela execução de todas as séries e exercícios para um determinado grupamento muscular, e depois modifica-se o grupamento muscular a ser treinado (Marchetti e Lopes, 2014; Prestes e colaboradores, 2016).

Segundo Zatsiorsky e Kraemer (2008) este método é utilizado para ativar e exaurir o grupo muscular alvo para que então o exercício seguinte seja realizado da mesma forma. O modelo em blocos se caracteriza pela execução de dois exercícios que se alternam em blocos de séries até que o número desejado de séries na sessão de treinamento seja realizado.

Agudamente, ambos os modelos podem causar fadiga e a consequente redução na capacidade de produção de força no tempo (impulso), entretanto, pouco se conhece sobre seus efeitos no treinamento de força.

O objetivo do presente estudo foi comparar através do desempenho neuromuscular o efeito de dois modelos de divisão do treinamento de força com séries agrupadas ou em bloco através do impulso nos exercícios rosca de bíceps (RB) e extensão de tríceps (ET) na polia.

A hipótese principal considera que o modelo em blocos apresenta menor nível de fadiga, e consequentemente, menor efeito no impulso após cada sessão de treino.

MATERIAIS E METODOS

Os sujeitos visitaram o laboratório em 3 sessões separadas por uma semana. Na primeira sessão os sujeitos leram e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e suas informações pessoais e os dados antropométricos foram coletados.

Os sujeitos então realizaram a familiarização com a técnica dos testes e exercícios realizados nos procedimentos experimentais. A primeira sessão serviu

também para a determinação da sobrecarga máxima para 10 repetições (10RM) para os exercícios rosca bíceps (RB) e extensão de tríceps (ET), ambos realizados com uma barra reta e na polia (cross over).

As duas sessões seguintes foram utilizadas para testar os diferentes modelos de treinamento de força (séries agrupadas, SA e em bloco, SB). A sessão de treinamento com SA foi composta de 8 séries para cada grupamento muscular, significando que cada grupamento muscular foi treinado após a finalização das séries do grupamento muscular anterior (ex. RB+ET).

Na sessão de treinamento com séries em blocos os exercícios foram alternados a cada 4 séries, totalizando 8 séries para ambos os grupamentos musculares (ex. RB+ET+RB+ET).

Todas as séries foram realizadas até a falha muscular concêntrica utilizando a sobrecarga para 10RM previamente estabelecida. Para evitar a indução de erro sistemático, a ordem dos exercícios e condições foram aleatorizadas.

Amostra

O tamanho da amostra foi determinado utilizando piloto previamente conduzido com indivíduos com as mesmas características do presente estudo, utilizando uma significância de 5% e um poder de teste de 80% derivado do impulso no teste de contração voluntária máxima isométrica (Eng, 2003).

Dezesseis homens fisicamente ativos participaram do estudo (idade 27 ± 6 anos, massa corporal total $81,8 \pm 7,8$ kg, estatura 174 ± 5 cm, sobrecarga para 10RM na rosca de bíceps 61 ± 11 kgf e extensão de tríceps 70 ± 12 kgf).

Os sujeitos reportaram ser praticantes recreacionais de treinamento de força por mais de um ano, com frequência maior que três sessões semanais e possuir experiência nos exercícios realizados.

Os sujeitos não reportaram lesão ou cirurgia prévia no membro superior no último ano que pudesse afetar a execução dos exercícios e testes realizados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Metodista de Piracicaba (protocolo #67/2017).

Procedimentos

Os sujeitos foram orientados a manter suas atividades diárias, porém a abster-se de exercícios físicos planejados nas 48 horas prévias às três sessões de coletas de dados. A primeira sessão iniciou com a coleta dos dados pessoais, histórico de treinamento e medidas antropométricas.

Então os sujeitos foram familiarizados com a técnica de execução do exercício rosca de bíceps e extensão de tríceps. Os exercícios foram demonstrados aos sujeitos e os mesmos realizaram uma série de 10 repetições a 50% de 10RM estimado pelo sujeito e uma série a 70% de 10RM estimado pelo sujeito, utilizando um minuto de intervalo entre as séries.

Ambos os exercícios foram realizados utilizando uma barra reta anexada a um equipamento de cabos e polias com ajustes a cada 5kgf.

Para a rosca de bíceps (RB) os sujeitos permaneceram em pé em frente ao equipamento e realizaram uma pegada supinada na barra. Partindo da extensão completa dos cotovelos os sujeitos realizaram a flexão completa do cotovelo (fase concêntrica) e retornaram à posição inicial (fase excêntrica).

Para a extensão de tríceps (ET) os sujeitos permaneceram em pé em frente ao equipamento e realizaram uma pegada pronada na barra. Partindo da flexão completa dos cotovelos os sujeitos realizaram a extensão completa do cotovelo (fase concêntrica) e retornaram à posição inicial (fase excêntrica).

Em ambos os exercícios não foram permitidas paradas entre as fases. Após a familiarização a sobrecarga para 10 repetições máximas (10RM) foi determinada para ambos os exercícios.

Seguindo as recomendações de Brown e Weir (2001) foram dados aos sujeitos 5 tentativas para atingir 10RM utilizando 5 minutos de intervalo entre tentativas e 10 minutos entre exercícios. A primeira sessão terminou com o a familiarização do teste de contração voluntária máxima isométrica (CVMI).

Para isso, os sujeitos realizaram três CVMI de 5 segundos a 90° de flexão do cotovelo respeitando a posição adotada nos exercícios RB e ET.

As duas sessões seguintes foram aleatorizadas entre modelos de treino (SA ou SB) para todos os sujeitos. Primeiramente, os sujeitos realizaram três CVMI de 5 segundos com 10 segundos de intervalo para ambos os exercícios.

Os sujeitos foram orientados a produzir e manter a força o mais rápido possível. Durante este teste, a força produzida foi mensurada através de uma célula de carga (EMG832C, EMG system Brasil, Brasil) com uma frequência de aquisição de 100Hz anexada entre a barra e o cabo do equipamento. Após a CVMI, os sujeitos realizaram uma das duas condições experimentais. A sessão com séries agrupadas foi composta de 8 séries de um dos exercícios seguida de 8 séries do outro exercício.

A sessão com séries em bloco foi composta de 4 séries do mesmo exercício que foram alternadas atingindo 8 séries para ambos os exercícios. Assim, ambas as sessões foram compostas de 8 séries de 10RM para ambos os exercícios.

Todas as séries foram conduzidas até a falha muscular concêntrica adotando 2 minutos de intervalo entre séries e exercícios. O teste de CVMI foi novamente realizada logo após o término da oitava série para cada exercício em cada condição.

Estatística

A CVMI foi analisada através de uma rotina no Matlab (MathWorks Inc., Massachusetts, USA). Os dados primeiramente foram filtrados com um filtro Butterworth de 4ª ordem de 10Hz com atraso de fase zero. Para minimizar efeitos de ajustes de postura e fadiga do teste a integral da curva força x tempo (impulso) foi calculado entre o segundo e quarto segundo da CVMI. A média das três CVMI foi utilizada para a análise estatística.

Análise estatística

A normalidade e a homogeneidade das variâncias foram confirmadas com os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Uma ANOVA 2x2 de medidas repetidas com os fatores condição e tempo foi utilizada.

O cálculo do tamanho do efeito (d) foi realizado através da fórmula de Cohen (Cohen-d) e os resultados se basearam nos

seguintes critérios: <0,35 efeito trivial; 0,35-0,80 pequeno efeito; 0,80-1,50 efeito moderado; e >1,50 grande efeito, para sujeitos recreacionalmente treinados baseado em Rhea (2004). Significância (α) de 5% foi utilizada em todos os testes estatísticos, através do software SPSS versão 21.0.

RESULTADOS

Para o exercício RB houve uma redução significativa do impulso na condição

de séries agrupadas ($P < 0,001$; $d = 1,28$ [efeito moderado]; $\Delta\% = -22,31\%$) e em bloco ($P = 0,005$; $d = 0,89$ [efeito moderado]; $\Delta\% = -14,73\%$) (Figura 1a).

Para o exercício ET houve uma redução significativa na condição de séries agrupadas ($P < 0,001$; $d = 1,17$ [efeito moderado]; $\Delta\% = -16,60\%$) e em bloco ($P = 0,007$; $d = 0,93$ [efeito moderado]; $\Delta\% = -14,59\%$) (Figura 1b). Não foram observadas diferenças entre as condições experimentais.

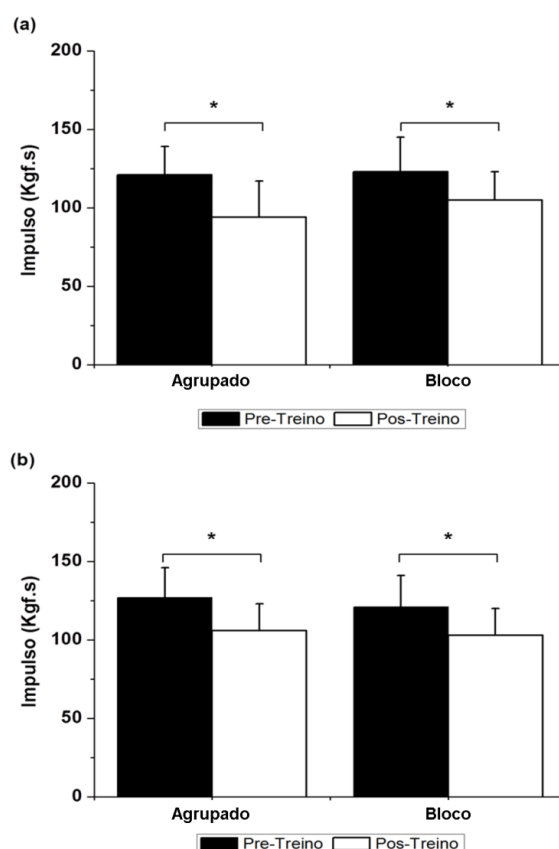


Figura 1 - Média e desvio padrão do impulso para (a) flexores de cotovelo e (b) extensores de cotovelo nos modelos de séries agrupadas e em bloco. * $P < 0,05$.

DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar através do desempenho neuromuscular o efeito de dois modelos de divisão do treinamento de força com séries agrupadas ou em bloco através do impulso nos exercícios rosca de bíceps (RB) e extensão de tríceps (ET) na polia. A principal hipótese considera que o modelo em blocos apresenta menor nível de fadiga, e

consequentemente, menor efeito no impulso após cada sessão de treino.

Os resultados do presente estudo não corroboram a principal hipótese, pois ambos os modelos de divisão apresentaram redução similar da variável dependente impulso para os exercícios rosca de bíceps e extensão de tríceps na polia.

Aparentemente, a realização das séries múltiplas conduzidas até a falha muscular concêntrica foram os principais responsáveis pelo aumento da fadiga

neuromuscular, e consequente redução do impulso para ambos os exercícios, independentemente, do modelo de treinamento realizado.

Os resultados obtidos no modelo de séries agrupadas corroboram estudos prévios que demonstraram redução no número de repetições (Lopes e colaboradores, 2015; Ratamess e colaboradores, 2007), pico de força (Ciccone e colaboradores, 2014), pico de potência (Ciccone e colaboradores, 2014; Martorelli e colaboradores, 2015) e potência média (Ciccone e colaboradores, 2014; Martorelli e colaboradores, 2015) após a realização de séries múltiplas para o mesmo exercício.

A realização de séries agrupadas para o mesmo grupo muscular tem sido associada com a redução do desempenho em medidas força-dependentes (Ciccone e colaboradores, 2014; Lopes e colaboradores, 2015; Martorelli e colaboradores, 2015; Ratamess, e colaboradores, 2007).

Ratamess e colaboradores (2007) observaram uma redução de 27% na sobrecarga levantada entre a primeira e quinta série do exercício supino reto utilizando 10 repetições a 75% de 1RM e 2 minutos de intervalo entre séries.

Martorelli e colaboradores (2015) observaram uma redução de 1,9 e 2,6% na potência pico e potência média respectivamente após a realização de seis séries de 6 repetições do agachamento a 60% de 1RM e 2 minutos de intervalo entre séries.

Ciccone e colaboradores (2014) observaram uma redução de 16 e 14% na potência pico e potência média respectivamente após a realização de três séries de 4 repetições e uma série até a falha concêntrica a 80% de 1RM com 3 minutos de intervalo entre séries.

Segundo Ciccone e colaboradores (2014), os mecanismos de fadiga de origem central e periférica seriam os principais responsáveis pela redução do desempenho. Periféricamente, o dano ao cito esqueleto decorrente de ações excêntricas reduzem a capacidade contrátil do músculo exercitado (Gomes e colaboradores, 2016).

Adicionalmente, o acúmulo de subprodutos do sistema anaeróbio reduz o pH intracelular e associados à redução da receptação do cálcio para o retículo sarcoplasmático inibem o acoplamento

excitação-contração, reduzem a velocidade de condução do potencial de ação e consequentemente reduzem a atividade mioelétrica e ultimamente a produção de força (Walker e colaboradores, 2012; Halperin e colaboradores, 2015).

Além do impacto periférico, o acúmulo de metabólitos, da contração muscular podem estimular quimio e nociceptores musculares tipo III e IV que ultimamente levam à uma inibição do comando central para a musculatura (Gomes e colaboradores, 2016).

Assim, ambos os mecanismos de fadiga central e periférica podem ter sido responsáveis pela redução do desempenho de força dos músculos envolvidos.

Os mecanismos responsáveis pelas alterações no desempenho do modelo em bloco parecem ser similares ao agrupado, com diferenças nos tempos de descanso, os quais podem afetar diretamente a força máxima ou mesmo o volume load do treino.

Um modelo previamente investigado que se assemelha aos do presente estudo é o método de séries pareadas (Robbins e colaboradores, 2010a, 2010b, 2010c), também conhecido como treino agonista-antagonista (Uchida e colaboradores, 2013).

Neste modelo os exercícios para grupos musculares antagônicos são realizados alternadamente série a série. Os estudos prévios que investigaram o modelo de séries pareadas demonstraram maior eficiência (trabalho realizado por unidade de tempo) e manutenção de desempenho de força (Robbins e colaboradores, 2010a, 2010b, 2010c).

Adicionalmente, os estudos observaram que a realização de séries pareadas não afetou a atividade dos músculos envolvidos (Robbins e colaboradores, 2010b).

Robbins e colaboradores (2010c) demonstraram não haver diferença na atividade mioelétrica do peitoral maior, deltoide anterior, latíssimo do dorso e trapézio durante a realização do supino reto e remada, ambos realizados de forma balística (Robbins, e colaboradores, 2010c) ou com sobrecargas para 4RM, quando comparados nos métodos de séries agrupadas e pareadas.

Os principais mecanismos apontados pelos autores que podem também explicar os resultados do presente estudo são a redução da atividade do músculo antagonista ao movimento (co-ativação) e o histórico contrátil

do músculo agonista, que simultaneamente afetaria ambos os exercícios (Maia e colaboradores, 2014, 2015; Robbins e colaboradores, 2010a).

Apesar da organização das séries diferirem, foi observado no presente estudo similar redução no impulso logo após os dois modelos testados no presente estudo. Tais resultados sugerem que a manipulação das variáveis comuns a ambas as condições, como o número total de séries, intensidade e amplitude de movimento, foram os principais responsáveis pela redução na produção de força (Bloomer e Ives, 2000; Peterson e colaboradores, 2004; Prestes e colaboradores, 2016; Rhea e colaboradores, 2003; Uchida e colaboradores, 2013; Walker e colaboradores, 2012), independentemente da organização das séries testadas.

Desta forma, no desempenho método de séries em bloco proposto no presente estudo pode ter apresentado efeitos coexistentes entre os métodos de séries agrupadas e pareadas (Robbins e colaboradores, 2010a).

Sugerindo que os efeitos positivos observados no modelo de séries pareadas foram atenuados no modelo de séries em bloco, quando quatro séries, para o mesmo grupo muscular foram realizados.

Outra possível explicação está relacionada ao método de análise de fadiga neuromuscular apresentado no presente estudo.

O teste de força isométrico em flexão e extensão de cotovelo demanda influência mínima da coordenação intra e intermuscular quando comparado com testes e exercícios multiarticulares apresentados em outros estudos (Maia e colaboradores, 2014, 2015; Robbins e colaboradores, 2010a, 2010b, 2010c).

Assim, o estudo limitou-se a investigar uma das diversas variáveis da fadiga neuromuscular existentes. Não foram mensurados parâmetros metabólicos e eletromiográficos dos exercícios em questão, o que auxiliaria o entendimento dos locais e mecanismos causadores de fadiga.

Adicionalmente, foi utilizada uma amostra de praticantes recreacionais em treinamento de força, portanto, os resultados não devem ser generalizados para outras condições e populações.

Por fim, o efeito agudo do modelo de organização de séries em bloco foi similar ao método de séries agrupadas o qual é amplamente utilizado por praticantes de treinamento de força que realizam séries múltiplas em suas rotinas de treinamento. Isto pode significar que variações no modelo de treino podem ser realizadas sem afetar diretamente as respostas agudas do treino.

CONCLUSÃO

O presente estudo conclui que o desempenho mensurado através do impulso nos exercícios rosca de bíceps e extensão de tríceps foi similar entre os modelos de treinamento de força com séries agrupadas e em bloco.

Ambos os modelos apresentaram queda no desempenho após cada sessão de treino.

Desta forma, os dois modelos demonstram ser estratégias possíveis para a manipulação de séries e exercícios no treinamento de força.

REFERÊNCIAS

- 1-Bloomer, R. J.; Ives, J. C. Varying neural and hypertrophic influences in a strength program. *Strength and Conditioning Journal*. Vol. 22. Núm. 2. p. 30-35. 2000.
- 2-Brown, L. E.; J. P. Weir. ASEP Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology*. Vol. 4. Núm. 3. p. 1-21. 2001.
- 3-Ciccone, A. B.; Brown, L. E.; Coburn, J. W.; Galpin, A. J. Effects of traditional vs. alternating whole-body strength training on squat performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 28. Núm. 9. p. 2569-2577. 2014.
- 4-Eng, J. Sample size estimation: How many individuals should be studied? *Radiology*. Vol. 227. Núm. 2. p.309-313. 2003.
- 5-Gomes, W. A.; Lopes, C. R.; Marchetti, P. H. Fadiga central e periférica: uma breve revisão sobre os efeitos locais e não locais no sistema neuromuscular. *Revista do Centro de*

Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida. Vol. 8. Núm. 1. p. 1-20. 2016.

6-Hackett, D. A.; Johnson, N. A.; Chow, C. M. Training practices and ergogenic aids used by male bodybuilders. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 27. Núm. 6. p. 1609-1617. 2013.

7-Halperin, I.; Chapman, D. W.; Behm, D. G. Non-local muscle fatigue: effects and possible mechanisms. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 115. Núm. 10. 2015.

8-Krieger, J. W. Single versus multiple sets of resistance exercise: a meta-regression. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 23. Núm. 6. p.1890-1901. 2009.

9-Lin, J. e Chen, T. Diversity of strength training methods: A theoretical approach. *Strength and Conditioning Journal*. Vol. 34. Núm. 2. p. 42-49. 2012.

10-Lopes, C. R.; Soares, E. G.; Santos, A. L.; Aoki, M. S.; Marchetti, P. H. Efeitos do alongamento passivo no desempenho de séries múltiplas no treinamento de força. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 21. Núm. 3. p. 168-173. 2015.

11-Maia, M. F.; Paz, G. A.; Miranda, H.; Lima, V.; Bentes, C. M.; Novaes, J. S.; Vigário, P. S.; Willardson, J. M. Maximal repetition performance, rating of perceived exertion, and muscle fatigue during paired set training performed with different rest intervals. *Journal of Exercise Science & Fitness*. Vol. 13. p. 104-110. 2015.

12-Maia, M. F.; Willardson, J. M.; Paz, G. A.; Miranda, H. Effects of different rest intervals between antagonist paired sets on repetition performance and muscle activation. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 28. Núm. 9. p. 2529-2535. 2014.

13-Marchetti, P. H.; Lopes, C. R. Planejamento e prescrição do treinamento personalizado: do iniciante ao avançado. Editora Mundo. 2014.

14-Martorelli, A.; Bottaro, M.; Vieira, A.; Rocha Júnior, V.; Cadore, E.; Prestes, J.; Wagner, D. Martorelli, S. Neuromuscular and blood lactate

responses to squat power training with different rest intervals between sets." *Journal of Sports Science and Medicine*. Vol. 14. p.269-275. 2015.

15-Miranda, H.; Simão, R.; dos Santos Vigario, P.; de Salles, B. F.; Pacheco, M. T.; Willardson, J. M. Exercise order interacts with rest interval during upper-body resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 24. Núm.6. p. 1573-1577. 2010.

16-Peterson, M. D.; Rhea, M. R.; Alvar, B. A. Maximizing strength development in athletes: a meta-analysis to determine the dose-response relationship. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 18. Núm. 2. p. 377-382. 2004.

17-Prestes, J.; Foschini, D.; Marchetti, P. H.; Charro, M.; Tibana, R. A. Prescrição e periodização do treinamento de força em academias. Phorte. 2016.

18-Ralston, G. W.; Kilgore, L.; Wyatt, F. B.; Baker, J. S. The effect of weekly set volume on strength gain: A meta-analysis. *Sports Medicine*. 2017.

19-Ratamess, N. A.; Falvo, M. J.; Mangine, G. T.; Hoffman, J. R.; Faigenbaum, A. D.; Kang, J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *European Journal of Applied Physiol Occupational Physiology*. Vol. 100. Núm. 1. p 1-17. 2007.

20-Rhea, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 18. Núm. 4. p. 918-920. 2004.

21-Rhea, M. R.; Alvar, B. A.; Burkett, L. N.; Ball, S. D. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 35. Núm. 3. p. 456-464. 2003.

22-Robbins, D. W.; Young, W. B.; Behm, D. G.; Payne, W. R. Agonist-antagonist paired set resistance training: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 24. Núm. 10. p. 2873-2882. 2010a.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpfex.com.br / www.rbpfex.com.br

23-Robbins, D. W.; Young, W. B.; Behm, D. G.; Payne, W. R. The effect of a complex agonist and antagonist resistance training protocol on volume load, power output, electromyographic responses, and efficiency. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 24. Núm. 7. p. 1782-1789. 2010b.

24-Robbins, D. W.; Young, W. B.; Behm, D. G.; Payne, W. R.; Klimstra, M. D. Physical performance and electromyographic responses to an acute bout of paired set strength training versus traditional strength training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 24. Núm. 5. p. 1237-1245. 2010c.

25-Schoenfeld, B. J. The use of specialized training techniques to maximize muscle hypertrophy." *Strength and Conditioning Journal*. Vol. 33. Núm. 4. p. 60-65. 2011.

26-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 Science*. p. 1-10. 2016.

27-Uchida, M. C.; Charro, M. A.; Bacurau, R. F. P.; Navarro, F. Pontes Júnior, F. L. *Manual da Musculação: uma abordagem teórico-prática do treinamento de força*. São Paulo. Phorte. 2013.

28-Walker, S.; Davis, L.; Avela, J.; Hakkinen, K. Neuromuscular fatigue during dynamic maximal strength and hypertrophic resistance loadings. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Vol. 22. Núm. 3. p. 356-362.

29-Zatsiorsky, V. M.; W. J. Kraemer. *Ciência e prática do treinamento de força*. São Paulo. Phorte. 2008.

Conflito de interesse

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

3-Department of Kinesiology, California State University Northridge, Northridge-CA, USA.

E-mail dos autores:

emaildoenrico@gmail.com

zorzi.personal@gmail.com

felipebrigatto@bol.com.br

willy_edfisica@yahoo.com.br

prof.jarbasilva@hotmail.com

fabio_sisconeto@hotmail.com

betoedf@hotmail.com

dr.pmarchetti@gmail.com

Endereço para correspondência:

Paulo Henrique Marchetti.

California State University Northridge.

Department of Kinesiology. 18111 Nordhoff Street.

Office: Redwood Hall 257.

91330-8287. Northridge. CA. USA.

Recebido para publicação 14/04/2018

Aceito em 23/09/2018