




EFEITO AGUDO DE DIFERENTES CARGAS NO DESEMPENHO MUSCULAR E ESFORÇO PERCEBIDO EM MULHERES JOVENS


ACUTE EFFECT OF DIFFERENT LOADS ON MUSCLE PERFORMANCE AND PERCEIVED EXERTION IN YOUNG WOMEN


EFFECTO AGUDO DE DISTINTAS CARGAS SOBRE EL DESEMPEÑO MUSCULAR Y EL ESFUERZO PERCIBIDO EN MUJERES JÓVENES

José Claudio Jambassi Filho¹ 
(Profissional de Educação Física)

Lucas Melo Neves² 
(Profissional de Educação Física)

Isabela Regina de Lima¹ 
(Profissional de Educação Física)


Marília Picossi Villa¹ 
(Profissional de Educação Física)


Guilherme Estruzani¹ 
(Profissional de Educação Física)


Larissa Cedro¹ 
(Profissional de Educação Física)

Ricardo Alarcon¹ 
(Profissional de Educação Física)

Vitor Buvulenta¹ 
(Profissional de Educação Física)

Rafael Bonfim do Nascimento² 
(Profissional de Educação Física)

Luis Ferreira Monteiro Neto¹ 
(Physical Therapist)

Igor Augusto Braz¹ 
(Profissional de Educação Física)

1. Centro Universitário Padre Albino, Catanduva, São Paulo, Brasil.

2. Universidade de Santo Amaro, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, São Paulo, São Paulo, Brasil.

Correspondência:

José Claudio Jambassi Filho
R. dos Estudantes, 225 - Parque Iracema, Catanduva, SP, Brasil.
15809-144.
jambassifilho@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: A redução da carga pelo método das repetições máximas (RM) pode ser necessária para promover maior número de repetições e, conseqüentemente, maior volume total, tempo sob tensão e classificações do esforço percebido. **Objetivo:** Comparar os efeitos de diferentes cargas do exercício leg press no número de repetições, volume total, tempo sob tensão e percepção de esforço. **Métodos:** Dezoito universitárias (23,9 ± 3,8 anos) realizaram duas sessões experimentais com 90% e 100% de 10-12 RM em desenho transversal balanceado. **Resultados:** O número de repetições da segunda e terceira séries, volume total e tempo sob tensão a 90% de 10-12 RM foi estatisticamente maior do que a 100% de 10-12 RM ($p < 0,05$). A percepção do esforço da primeira e segunda séries e a carga de treinamento (percepção do esforço x duração das sessões) foram maiores na sessão realizada com 100% de 10-12 RM ($p < 0,05$). **Conclusão:** Uma pequena redução da carga resulta em maior número de repetições, volume total e tempo sob tensão. A sessão com maior carga induziu maior percepção do esforço e carga de treinamento. Assim, cientistas e treinadores podem considerar cargas menores para maximizar o número de repetições, o volume total e o tempo sob tensão, o que pode causar maiores adaptações musculares a longo prazo. **Nível de evidência II; Estudo prospectivo comparativo.**

Descritores: Membro inferior; Fadiga muscular; Força muscular; Treinamento de Força.

ABSTRACT

Introduction: Load reduction using the repetition maximum (RM) method may be necessary to promote higher numbers of repetitions, and consequently, higher total volume, time under tension, and perceived exertion ratings. **Objective:** To compare the effects of different leg press exercise loads on number of repetitions, total volume, time under tension, and perceived exertion. **Methods:** Eighteen women university students (23.9 ± 3.8 years) performed two experimental sessions with 90% and 100% of 10-12 RM in a balanced crossover design. **Results:** The number of repetitions of the second and third sets, the total volume, and time under tension at 90% of 10-12 RM was statistically higher than at 100% of 10-12 RM ($p < 0.05$). The perceived exertion of the first and second sets and the training load (perceived exertion x duration of sessions) were higher at 100% of the 10-12 RM session ($p < 0.05$). **Conclusion:** A small reduction in load results in a greater number of repetitions, total volume, and time under tension. The session with the higher load appeared to induce higher perceived exertion and training load. Thus, scientists and coaches might consider lower loads to maximize the number of repetitions, total volume, and time under tension, which may cause greater long-term muscular adaptations. **Level of evidence II; Comparative prospective study.**

Keywords: Lower limb; Muscle fatigue; Muscle strength; Resistance training.

RESUMEN

Introducción: La reducción de la carga por el método de las repeticiones máximas (RM) puede ser necesaria para promover un mayor número de repeticiones y, consecuentemente, un mayor volumen total, tiempo bajo tensión y calificaciones del esfuerzo percibido. **Objetivo:** Comparar los efectos de diferentes cargas del ejercicio de prensa de piernas sobre el número de repeticiones, volumen, tiempo bajo tensión y esfuerzo percibido. **Métodos:** Dieciocho estudiantes universitarios (23,9 ± 3,8 años) realizaron dos sesiones experimentales con el 90% y el 100% de 10-12 RM en un diseño trasversal equilibrado. **Resultados:** El número de repeticiones de la segunda y tercera serie, el volumen total y el tiempo bajo tensión al 90% de 10-12 RM fue estadísticamente mayor que al 100% de 10-12 RM ($p < 0,05$). El esfuerzo percibido de la primera y segunda serie y la carga de entrenamiento (esfuerzo percibido x duración de las sesiones) fueron superiores en la sesión realizada al 100% de 10-12 RM ($p < 0,05$). **Conclusión:** Una pequeña reducción de la carga da lugar a un mayor número de repeticiones, volumen total y tiempo bajo tensión. La sesión con mayor carga indujo un mayor esfuerzo percibido y carga de entrenamiento. Por lo tanto, los científicos



Descriptor: Miembro inferior; Fatiga muscular; Fuerza muscular; Entrenamiento de Fuerza.

DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202329012021_0049

Artigo recebido em 11/03/2021 aprovado em 20/12/2021

INTRODUÇÃO

Programas de treinamento de força são uma excelente estratégia para promover aumentos de força e hipertrofia muscular.¹ Com o intuito de otimizar as adaptações musculares, vários protocolos podem ser delineados manipulando diferentes variáveis, ou seja, intensidade, volume, frequência semanal, velocidade de contração, ordem dos exercícios e intervalo de descanso entre as séries e exercícios.¹ Segundo o colégio Americano de Medicina do Esporte,¹ as variações utilizando tais variáveis representam um estímulo específico, que pode levar a alterações em diferentes sistemas biológicos e alcançar objetivos específicos ao longo do tempo.

A prescrição da carga em exercícios de força pode ser determinada pelo método de repetições máximas (RM), que se caracteriza pela fadiga muscular concêntrica em um determinado número de repetições.¹ Quando este método é aplicado em séries múltiplas, com a carga absoluta inicial, reduções significativas nas repetições ocorrem nas séries subsequentes.²⁻⁴ Em consequência, essa redução nas repetições promove um menor volume total (Σ repetições x carga) e menor tempo sob tensão (duração das séries). Considerando que o volume total e o tempo sob tensão são variáveis importantes para proporcionar um aumento na síntese de proteínas miofibrilares e adaptações musculares em longo prazo,⁵⁻⁷ é necessária uma estratégia adicional quando se utiliza o método de RM.

Vários estudos têm demonstrado que uma pequena redução na carga usando o método de RM pode ser necessária para promover a manutenção no número de repetições nas séries subsequentes e, conseqüentemente, um maior volume total e tempo sob tensão em sessões de exercícios de força.⁸⁻¹³ Em mulheres jovens, uma sessão realizada com três séries a 90% de 10-12 RM promoveu um maior volume total (27,5%) em comparação a 100% de 10-12 RM nos músculos flexores do cotovelo.¹¹ Notavelmente, Calori et al.¹³ mostraram que três séries a 90% de 15 RM no exercício *leg press* resultou em maior volume total (22,5%) quando comparado a 100% de 15 RM em idosas treinadas. Embora esses estudos forneçam informações valiosas sobre a manipulação da carga no número de repetições, volume total e tempo sob tensão, parece que a magnitude dessas respostas pode variar de acordo com a intensidade, exercício e idade da amostra. Nessa perspectiva, análises dos efeitos de diferentes cargas no exercício *leg press* no desempenho muscular podem fornecer informações adicionais em mulheres jovens.

As avaliações de percepção subjetiva do esforço (PSE) pode ser uma estratégia para monitorar a intensidade durante uma sessão de exercícios de força.¹⁴⁻¹⁸ Além disso, algumas evidências sugerem que a PSE é um método confiável e válido para fornecer uma classificação global em relação ao estímulo de treinamento de sessão.¹⁹⁻²¹ Alguns estudos têm mostrado que diferentes cargas prescritas de acordo com o percentual de uma repetição máxima (1 RM) promovem respostas distintas na PSE.^{18,19,22} Nessa perspectiva, é importante verificar se as escalas de PSE são sensíveis para identificar pequenas reduções na carga prescrita pelo método de RM. Assim, o objetivo deste estudo foi examinar os efeitos agudos das sessões de exercícios de força realizadas a 90% e 100% de 10-12 RM no número de repetições, volume total, tempo sob tensão e PSE em mulheres jovens.

MATERIAL E MÉTODOS

Dezoito estudantes da universidade local ($23,9 \pm 3,8$ anos, $58,2 \pm 5,1$ kg, $162,8 \pm 6,8$ cm) participaram do estudo. O estudo incluiu mulheres jovens entre 18 e 35 anos, treinadas em força pelo menos três vezes por semana, por pelo menos oito semanas antes da participação neste estudo, e ausência de quaisquer contraindicações envolvendo os sistemas cardiovascular, neuromuscular e esquelético. As participantes foram excluídas se não completaram todas as sessões experimentais do estudo. Informações sobre os objetivos e procedimentos do estudo foram fornecidas as participantes, que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local (CAAE: 99340018.1.0000.5430), de acordo com a Declaração de Helsinki.

Um delineamento randomizado e contrabalançado intra-sujeitos foi usado para verificar os efeitos de diferentes cargas no desempenho muscular e na percepção subjetiva do esforço. As participantes visitaram o laboratório seis vezes, em dias não consecutivos. Duas sessões foram conduzidas para familiarizar as participantes com os procedimentos do estudo. Nas duas sessões subsequentes, as cargas de 10-12 RM foram testadas e retestadas no exercício *leg press*. Nos dias cinco e seis, as participantes realizaram duas sessões experimentais a 90% de 10-12 RM (ou seja, duas séries de 12 repetições e uma série final até falha muscular concêntrica) e 100% de 10-12 RM (ou seja, três séries a falha muscular concêntrica). Em ambas as sessões, o intervalo de recuperação entre as séries foi de 2 minutos. O volume total de cada sessão experimental foi registrado (Σ repetições x carga). A duração de cada série foi registrada desde o início da primeira repetição até o final da última repetição usando um cronômetro de mão (Vollo[®], Model VL-1809; Cotia, SP, Brazil). O tempo sob tensão foi definido como a soma da duração das três séries (Σ duração das três séries em segundos). As medidas da PSE foram obtidas imediatamente após cada série e 30 minutos após a sessão. Todas as participantes realizaram as sessões no mesmo horário do dia e nenhum exercício vigoroso foi realizado 24 horas antes dos testes.

A carga de 10-12 RM foi avaliada usando um *leg press* 45° bilateral (Movimento, São Paulo, SP, Brasil) e cargas com precisão de 1,0 kg.² O ajuste do equipamento e posição dos pés das participantes foi registrado e utilizado em todas as sessões experimentais. Inicialmente, todas as participantes realizaram duas séries de aquecimento (oito repetições a 30% de 10-12 RM e três repetições a 80% de 10-12 RM, respectivamente). Dois minutos após o aquecimento, os indivíduos foram instruídos a executar o maior número de repetições até a falha muscular concêntrica. Em seguida, as cargas foram ajustadas de acordo com o número de repetições máximas. Um máximo de três tentativas por sessão foram testadas, com um intervalo de recuperação de 10 minutos entre as tentativas. As repetições foram realizadas em aproximadamente três segundos nas fases concêntrica e excêntrica. Não foram permitidas pausas durante as séries e apenas as repetições executadas com amplitude do movimento completa foram registradas. As participantes foram motivadas por estímulos verbais durante todos os testes. Todas as sessões foram monitoradas pelos pesquisadores do estudo. O ICC para as avaliações de 10-12 RM foi de 0,79 (IC 95%; 0,45 a 0,92) e o erro típico das medidas foi de 0,89 repetições.

A PSE foi avaliada após cada série e 30 minutos após ambas as sessões experimentais usando a escala CR-10 de Borg.¹⁴ As participantes foram familiarizadas com a escala CR-10 de Borg duas semanas antes do início das sessões experimentais. A carga de treinamento das sessões experimentais foi calculada multiplicando a PSE pela duração da sessão em minutos (carga de treinamento = CR-10 x duração da sessão).

A distribuição normal dos dados foi avaliada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Um teste *t de Student* pareado foi usado para comparar o volume total e o tempo sob tensão entre as diferentes sessões experimentais. Os efeitos de diferentes cargas no número de repetições e na PSE de cada série foram examinados usando uma análise de variância (ANOVA) *two-way*, com medidas repetidas no fator séries. O teste *post-hoc* de Scheffé para comparações múltiplas foi usado sempre que necessário. O coeficiente de correlação intra-classe (ICC) e o erro típico da medida das avaliações de 10-12 RM foram calculados.²³ Os dados são expressos com valores de média e desvio padrão. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa *Statistica*TM, versão 7,0.

RESULTADOS

O número de repetições nas diferentes sessões experimentais é mostrada na (Figura 1). Uma diminuição significativa no número de repetições foi observada da primeira para a segunda e terceira séries na sessão realizada a 100% de 10-12 RM ($p < 0,05$). Na sessão realizada a 90% de 10-12 RM, o número de repetições aumentou significativamente na terceira série quando comparada à primeira e segunda séries ($P < 0,05$). Um maior número de repetições na segunda e terceira séries foi observado na sessão realizada a 90% de 10-12 RM em comparação a 100% de 10-12 RM ($p < 0,05$).

A (Figura 2) mostra os valores do volume total e do tempo sob tensão das diferentes sessões experimentais. A sessão realizada a 90% de 10-12 RM demonstrou maior volume total e tempo sob tensão do que a sessão a 100% de 10-12 RM ($p < 0,05$).

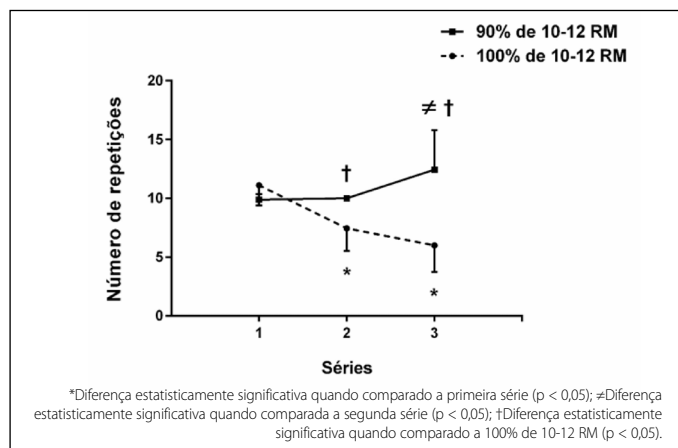


Figura 1. Número de repetições realizadas em diferentes cargas no exercício leg press em mulheres jovens treinadas (n = 18). Todos os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

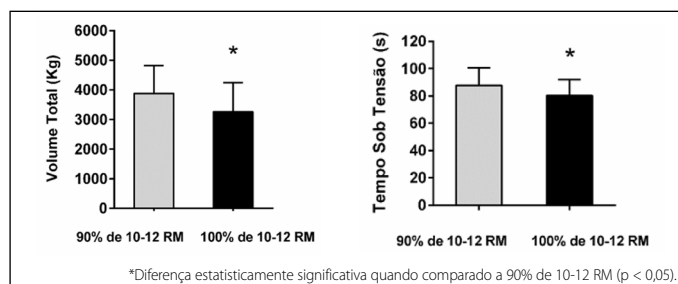


Figura 2. Volume total e tempo sob tensão das sessões experimentais realizadas em diferentes cargas no exercício leg press em mulheres jovens treinadas (n = 18). RM = repetições máximas. Todos os valores são apresentados como média ± desvio padrão.

Os valores da PSE são mostrados na (Figura 3). Em ambas as sessões experimentais, houve um aumento significativo na PSE na segunda e terceira séries em comparação com a primeira série ($p < 0,05$). A sessão 100% de 10-12 RM resultou em maior PSE na primeira e segunda séries do que a sessão 90% de 10-12 RM ($p < 0,05$). A sessão realizada a 100% de 10-12 RM apresentou maior carga de treinamento em comparação com 90% de 10-12 RM ($p < 0,05$).

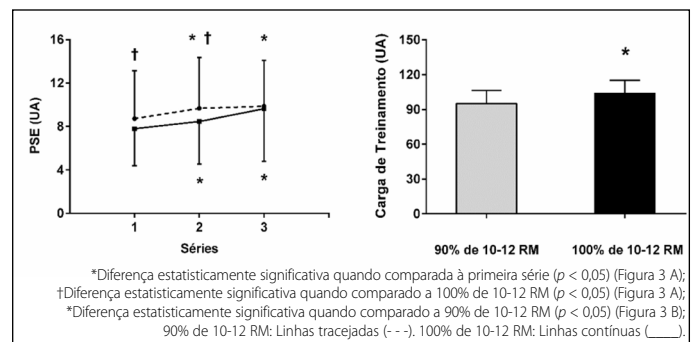


Figura 3. Percepção subjetiva do esforço (PSE) das sessões realizadas em diferentes cargas no exercício leg press em mulheres jovens treinadas (n = 18).

DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram um maior número de repetições na segunda e terceira séries na sessão realizada a 90% de 10-12 RM em relação à sessão a 100% de 10-12 RM. Os presentes achados corroboram com evidências anteriores, mostrando reduções no número de repetições entre a primeira e as séries subsequentes, quando múltiplas séries foram realizadas em uma dada zona de RM, sem reduções na carga absoluta.²⁻⁴ Diferentes mecanismos fisiológicos parecem contribuir para esse fenômeno durante as sessões de exercícios de força, incluindo alterações na ativação central e periférica, bem como modificações no metabolismo energético intracelular e nas funções contráteis.²⁴⁻²⁶ Benson et al.,⁹ por exemplo, mostraram que 90% e 100% de 10-12 RM promovem diminuições semelhantes na eletromiografia integrada (-18,1% e -16,8%) e aumentos no lactato sanguíneo em jovens treinados.

Na presente investigação, a sessão realizada a 90% de 10-12 RM demonstrou um volume total significativamente maior (19,0%) do que a sessão a 100% de 10-12 RM. Semelhante aos nossos resultados, Jambassi Filho et al.¹¹ mostraram que uma sessão realizada a 90% de 10-12 RM no exercício de flexores de cotovelo resultou em maior volume total (27,5%) quando comparada à sessão a 100% de 10-12 RM, em jovens. Calori et al.¹³ também observaram que 90% de 15 RM proporcionaram um maior volume total (22,5%) quando comparado a 100% de 15 RM no exercício *leg press* em idosos. Tomados em conjunto, esses achados sugerem que um maior volume total é observado com uma pequena redução de carga e a magnitude das respostas pode ser influenciada pela carga, exercício e idade.

Tem sido demonstrado que um maior tempo sob tensão muscular durante exercício de força estimula um aumento na síntese de proteínas miofibrilares,⁵ o que pode ser importante na otimização do crescimento muscular. No presente estudo, a sessão realizada a 90% de 10-12 RM também produziu maior tempo sob tensão (9,5%) em comparação a 100% de 10-12 RM. Nessa perspectiva, nossos resultados sugerem que pequenas reduções de carga parecem ser suficientes para causar aumentos no tempo sob tensão e, possivelmente, um maior potencial da resposta anabólica.

A PSE tem sido usado para quantificar a intensidade durante as séries e carga de treinamento, ou seja, o estresse percebido em sessões de treinamento completas.^{18,20} No presente estudo, aumentos da PSE foram observados na segunda e terceira séries em comparação com a primeira

série em ambas as sessões experimentais, indicando um aumento da intensidade nas séries subsequentes. Além disso, a PSE na primeira e segunda séries foi maior em 100% de 10-12 RM em comparação com 90% de 10-12 RM (12,1% e 14,2%, respectivamente). A sessão realizada a 100% de 10-12 RM também causou maior carga de treinamento (9,5%) em comparação com 90% de 10-12 RM, sugerindo que realizar três séries para falha muscular concêntrica a 100% de 10-12 RM promove um maior estímulo de treinamento do que duas séries de 12 repetições e uma série final até a falha muscular concêntrica a 90% de 10-12 RM. Esses resultados são consistentes com estudos anteriores que analisaram os efeitos de diferentes intensidades na PSE.^{18,19} Em mulheres treinadas recreativamente, Cotter et al.²⁷ verificaram que 70% de 1 RM promoveu maiores respostas da PSE nos exercícios supino (terceira série) e puxada costa (segunda e terceira séries) em comparação a 40% de 1 RM. Deste modo, é plausível sugerir que o uso de cargas maiores promove maior percepção subjetiva de esforço durante as séries, independente da maneira como a carga é prescrita (percentual de 1 RM ou zona de RM).

Do ponto de vista prático, nossos achados indicam que o uso de cargas menores pode ser uma alternativa para maximizar o volume total e o tempo sob tensão, o que pode causar maiores adaptações de longo prazo na força muscular e hipertrofia.⁵⁻⁷ A menor PSE observada na primeira e segunda séries na sessão realizada com menor intensidade pode contribuir, de certa forma, para o prazer e adesão ao programa de treinamento. Por outro lado, cargas mais elevadas podem ser adotadas para promover estímulo de treinamento total, o que também pode ser uma estratégia para ocasionar adaptações de longo prazo.

De acordo com o Colégio Americano de Medicina do Esporte,¹ vários exercícios para grupos musculares maiores são recomendados em programa de treinamento de força para fornecer um estímulo de

condicionamento geral. Embora o exercício *leg press* seja convencionalmente prescrito em programas de treinamento de força, o uso de um único exercício é uma limitação de nosso estudo. As análises dos mecanismos fisiológicos associados à fadiga neuromuscular também forneceriam suporte adicional para explicar as diminuições do desempenho muscular na sessão realizada com cargas mais elevadas. Por fim, as respostas agudas não permitem afirmar, de fato, se uma pequena redução na carga pode resultar em melhores adaptações musculares e, portanto, as adaptações crônicas permanecem especulativas.

CONCLUSÕES

Os achados do presente estudo sugerem que reduções de 10% na carga usando o método das repetições máximas resultam em um maior número de repetições em séries múltiplas, volume total e tempo sob tensão de membros inferiores em mulheres jovens. No entanto, a sessão realizada a 100% de 10-12 RM resultou em uma maior PSE (primeira e segunda séries) e carga de treinamento (PSE x duração das sessões experimentais) em comparação com a sessão 90% de 10-12 RM. Estudos futuros são necessários para investigar os efeitos de diferentes cargas usando o método de repetições máximas nas adaptações de longo prazo em mulheres jovens.

AGRADECIMENTO

Os pesquisadores agradecem a todos os participantes pelo envolvimento neste estudo.

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

CONTRIBUIÇÃO DO AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo. JCJF: conceito e preparação do manuscrito; IRL, MPV, GE, LC, RA, VB: coleta de dados; LMN, RBN, LFMN, IAB: revisão e conceito intelectual.

REFERÊNCIAS

1. American College of Sports Medicine (ACSM). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708.
2. Jambassi Filho JC, Gobbi LT, Gurjão AL, Gonçalves R, Prado AK, Gobbi S. Effect of different rest intervals, between sets, on muscle performance during leg press exercise, in trained older women. *J Sports Sci Med.* 2013;12(1):138-43.
3. Willardson JM, Burkett LN. The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. *J Strength Cond Res.* 2006;20(2):400-03.
4. Willardson JM, Burkett LN. The effect of rest interval length on bench press performance with heavy vs. light load. *J Strength Cond Res.* 2006;20(2):396-99.
5. Burd NA, Andrews RJ, West DW, Little JP, Cochran AJ, Hector AJ, et al. Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. *J Physiol.* 2012;590(2):351-62.
6. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, Ball SD. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(3):456-64.
7. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 2017;35(11):1073-82.
8. Willardson JM, Simão R, Fontana FE. The effect of load reductions on repetition performance for commonly performed multijoint resistance exercises. *J Strength Cond Res.* 2012;26(11):2939-45.
9. Benson C, Docherty D, Brandenburg J. Acute neuromuscular responses to resistance training performed at different loads. *J Sci Med Sport.* 2006;9(1-2):135-42.
10. Baker D, Wilson G, Carolyn R. Periodization: The effect on strength of manipulating volume and intensity. *J Strength Cond Res.* 1994;8(4):235-42.
11. Jambassi-Filho JC, Gurjão ALD, Ceccato M, Santos-Neto AG, Braz IA, Gobbi S. Acute effect of different exercise intensities and differences related to age on muscle performance in young and older women. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(4):541-6.
12. Willardson JM, Kattenbraker MS, Khairallah M, Fontana FE. Research note: effect of load reductions over consecutive sets on repetition performance. *J Strength Cond Res.* 2010;24(3):879-84.
13. Calori D, Jambassi-Filho JC, Gurjão ALD, Gonçalves R, Ferreira SA, Gobbi S. Acute effect of different weight exercise intensities in muscular performance of trained older women. *Rev Bras Med Esporte.* 2012;18(6):365-8.
14. Borg, G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Champaign, IL: Human Kinetics; 1998.
15. Lagally KM, Amorose AJ. The validity of using prior ratings of perceived exertion to regulate resistance exercise intensity. *Percept Motor Skills.* 2007;104(2):534-42.
16. Lagally KM, Robertson RJ, Gallagher KI, Goss FL, Jakicic JM, Lephart SM, et al. Perceived exertion, electromyography, and blood lactate during acute bouts of resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:552-9.
17. Scott BR, Duthie GM, Thornton HR, Dascombe BJ. Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. *Sports Med.* 2016;46(5):687-98.
18. Lagally KM, Robertson RJ, Gallagher KI, Gearhart R, Goss FL. Ratings of perceived exertion during low and high-intensity resistance exercise by young adults. *Percept Mot Skills.* 2002;94(3):723-31.
19. Day ML, McGuigan MR, Brice G, Foster C. Monitoring exercise intensity during resistance training using the session RPE scale. *J Strength Cond Res.* 2004;18(2):353-8.
20. McGuigan MR, Egan AD, Foster C. Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise. *J Sports Sci Med.* 2004;3(1):8-15.
21. Sweet TW, Foster C, McGuigan MR, Brice G. Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):796-802.
22. Gearhart Jr RF, Goss FL, Lagally KM, Jakicic JM, Gallagher J, Gallagher KI, et al. Ratings of perceived exertion in active muscle during high-intensity and low-intensity resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2002;16(1):87-91.
23. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med.* 2000;30(1):1-15.
24. Fitts RH. The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. *J Appl Physiol* (1985). 2008;104(2):551-8.
25. Kent-Braun JA. Skeletal muscle fatigue in old age: whose advantage? *Exerc Sport Sci Rev.* 2009;37(1):3-9.
26. Vøllestad NK. Measurement of human muscle fatigue. *J Neurosci Methods* 1997;74(2):219-27.
27. Cotter JA, Garver MJ, Dinyer TK, Fairman CM, Focht BC. Ratings of Perceived Exertion During Acute Resistance Exercise Performed at Imposed and Self-Selected Loads in Recreationally Trained Women. *J Strength Cond Res.* 2017;31(8):2313-8.