

O Efeito de Diferentes Intervalos de Recuperação entre as Séries de Treinamento com Pesos, na Força Muscular em Mulheres Idosas Treinadas

APARELHO LOCOMOTOR
NO EXERCÍCIO E NO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

The Effect of Different Recovery Intervals Between Sets of Strength Training on Muscular Force in Trained Older Women

José Claudio Jambassi Filho
André Luiz Demantova Gurjão
Raquel Gonçalves
Bruna Helena Valeriano Barboza
Sebastião Gobbi

UNESP – Universidade Estadual Paulista – IB – DEF – Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento (LAFE) – Rio Claro/SP – Brasil.

Endereço para correspondência:

Sebastião Gobbi
Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento – Universidade Estadual Paulista – Rio Claro/SP.
Avenida 24 A, 1,515.
13506-900 – Rio Claro, SP
E-mail: jambassifilho@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar a influência de dois diferentes intervalos de recuperação (IR) entre séries de repetições de treinamento com pesos (TP), no desempenho da força muscular em mulheres idosas treinadas. Dez mulheres idosas ($66,6 \pm 5,8$ anos), com experiência prévia em TP, realizaram o seguinte protocolo: a) o teste de repetições máximas (10-12RM) no exercício Rosca Scott para bíceps; b) com a carga encontrada no teste de 10-12RM, outras duas sessões de teste (separadas por 48 horas), agora com três séries, foram realizadas até a fadiga muscular em cada série. Dois diferentes IR foram utilizados para diferenciar essas duas sessões, isto é, numa sessão o IR era de 90 segundos (IR 90) entre as séries e na outra, de 180 segundos (IR 180). O teste *t* de Student para amostras dependentes mostrou que o volume total da sessão de teste com IR 180 foi estatisticamente superior (19%; $P < 0,05$) ao da sessão com IR 90 ($27,5 \pm 3,4$ e $23,1 \pm 3,3$ repetições, respectivamente). A ANOVA *two-way* (2x3), tendo como fatores IR e número de repetições de cada uma das três séries, para medidas repetidas no último fator, apresentou interação significativa ($F_{(1,18)} = 4,62$; $P = 0,02$), demonstrando que a sustentabilidade das repetições é dependente da duração do IR. Conclui-se que o emprego de diferentes IR tem importante influência sobre o volume total de uma sessão de TP e no número de repetições em múltiplas séries subsequentes. Tais achados podem apresentar relevante implicação para a intervenção profissional com TP para mulheres idosas treinadas.

Palavras-chave: treinamento resistido, envelhecimento, fadiga muscular.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effects of two different recovery intervals (RI) between repetition sets of strength training (ST) on muscular strength performance in trained elderly women. Ten older women (age of 66.6 ± 5.8) with previous experience in ST, performed the following protocol: a) test of maximum repetition (10-12 RM) in the Scott biceps curl exercise; b) two additional test sessions (48 hours apart from each other) of three sets were performed until muscle fatigue in each set by applying the load found during the 10-12 RM test. Two different RI were used in these two sessions; that is, in one of the sessions the RI lasted 90 seconds (RI 90) between sets and 180 seconds in the other (RI 180). Student's *t* test for dependent samples showed that the total volume of the RI 180 test session was statistically superior (19%, $P < 0.05$) compared to the RI 90 session (27.5 ± 3.4 e 23.1 ± 3.3 repetitions, respectively). The *two-way* 2x3 ANOVA for repeated measures in the last factor, including IR and number of repetitions for each set, showed significant interaction ($F_{(1,18)} = 4.62$; $P = 0.02$), which demonstrates that the sustainability of repetitions is dependent on the IR duration. It is concluded that the selection of different IR durations presents important effects on the total volume of a ST session and on the number of repetitions of subsequent multi sets. These findings can present relevant implication to professional intervention with ST in trained older females.

Keywords: resistance training, aging, muscular fatigue.

INTRODUÇÃO

O treinamento com pesos (TP) é um método seguro e eficaz na manutenção e no desenvolvimento da força muscular de pessoas idosas, bem como um importante contribuinte para a melhora da funcionalidade e manutenção da independência^(1,2). Dependendo dos objetivos e das necessidades individuais, diversas variáveis podem ser consideradas no delineamento do TP. Normalmente, as variáveis manipuladas são: intensidade do treinamento (carga), o número de séries e repetições (volume), frequência semanal, velocidade de contração, ordem dos exercícios e a duração do intervalo de recuperação (IR) entre as séries e exercícios^(3,4).

A duração do IR entre as séries é uma variável de grande importância para os pesquisadores, treinadores e praticantes de TP⁽⁵⁾, pois pode alterar significativamente as respostas agudas metabólicas⁽⁵⁾ e hormonais^(6,7). Em relação à força muscular, estudos têm apresentado respostas crônicas contraditórias⁽⁸⁻¹¹⁾. No desempenho agudo da força muscular, têm-se demonstrado, em adultos jovens, que menores durações do IR entre as séries resultam em maiores reduções da sustentabilidade do número de repetições máximas (RM), nas séries subsequentes. Em consequência, isso reduz significativamente o volume total realizado em uma sessão de TP⁽¹²⁻¹⁶⁾.

Especificamente em relação ao desempenho agudo da força muscular em adultos idosos, os estudos têm apresentado respostas diferenciadas⁽¹⁷⁻¹⁹⁾. Bottaro *et al.*⁽¹⁷⁾ demonstraram que 30 segundos de IR entre as séries foram suficientes para manter o pico de torque muscular isocinético em uma série subsequente. Em contrapartida, Ernesto *et al.*⁽¹⁸⁾ encontraram reduções no desempenho muscular quando diferentes IR (60, 120 e 180 segundos) foram utilizados, apresentando maiores quedas para o IR de (60 segundos). Theou *et al.*⁽¹⁹⁾ demonstraram que adultas jovens e idosas requerem similares IR (60 segundos) entre as séries para completar a recuperação na extensora de joelhos. No entanto, as adultas idosas recuperaram mais rápido (30 segundos) do que as adultas jovens (60 segundos) na flexora de joelhos. A diferença observada entre esses estudos pode ser atribuída à idade, intensidade do esforço, ao volume total realizado e aos diferentes grupos musculares avaliados. Adicionalmente, Ferreira *et al.*⁽²¹⁾ demonstraram que adultas idosas apresentam maiores níveis de atividade física diária nos membros superiores, o que pode proporcionar diferenças relacionadas com o envelhecimento nas alterações no desempenho neuromuscular entre os membros (superiores e inferiores).

Além disso, outros fatores podem influenciar as respostas da força muscular por meio da manipulação do IR entre as séries, tais como: tipo de ação muscular, composição das fibras musculares, séries realizadas até a falha ou não, circuito ou séries consecutivas, histórico do treinamento, massa muscular envolvida, magnitude da carga levantada, recuperação ativa ou passiva, ordem dos exercícios⁽²⁰⁾. Dessa forma, diferentes IR podem ocasionar respostas diferenciadas no desempenho neuromuscular quando exercícios isotônicos para membros superiores são realizados por adultas idosas treinadas. Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar a influência de dois diferentes intervalos de recuperação (90 e 180 segundos) no desempenho de força muscular, representado pelo volume total e a sustentabilidade das repetições, em mulheres idosas treinadas.

MÉTODOS

Amostra

Participaram do estudo dez mulheres idosas (66,6 ± 5,8 anos; 68,6 ± 11,1kg; 156,8 ± 7,4cm). Como critério de inclusão, as participantes deveriam realizar oito semanas de um programa de TP imediatamente anterior ao estudo, com as seguintes características: a) sete exercícios

alternados por segmentos corporais, incluindo o exercício de Rosca Scott para bíceps, que foi o exercício escolhido para os testes do presente estudo; b) três sessões semanais de um hora cada; c) três séries de 10-12 repetições máximas (10-12RM), com 120 segundos de IR entre as séries por sessão; d) ajuste semanal da carga para manter o número de repetições máximas dentro da zona pré-estabelecida (10-12RM). Os critérios de exclusão adotados foram: a) exame médico indicando nenhuma contra-indicação para o TP; b) limitações ou incapacidade para a realização das atividades da vida diária.

Após receberem informações sobre as finalidades do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidas, todas as participantes assinaram um termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Vale ressaltar que este estudo faz parte de um projeto longitudinal que vem investigando o efeito do TP sobre as características da curva força-tempo isométrica de membros superiores em mulheres jovens e idosas. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual Paulista (protocolo 4.533), de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos.

Teste de repetições máximas

Os dados foram coletados em cinco sessões, separadas por no mínimo 48 horas de descanso. A carga do teste de repetições máximas (10-12RM) foi determinada nos dois primeiros dias e confirmada no terceiro dia. Nos dias quatro e cinco, foram realizadas as sessões de teste com os diferentes IR. As participantes foram avaliadas em um banco Scott para bíceps (*Righetto Fitness Equipment*). O assento do banco foi ajustado para que os braços e os cotovelos ficassem apoiados sobre um suporte acolchoado. O teste foi iniciado com os braços flexionados e o antebraço em posição neutra (entre supinação e pronação). Uma série de 10 repetições com 50% da possível carga 10-12RM foi realizada como aquecimento prévio. Após dois minutos, as participantes foram orientadas a realizar o maior número de repetições possíveis com a carga determinada de forma subjetiva pelo avaliador. Caso fosse executado um número de repetições superior a 10-12RM, um quilo era incrementado a cada duas repetições excedentes. Ao contrário, quando o número de repetições foi inferior a 10-12RM, a carga foi ajustada por meio de tentativa e erro. Durante os testes, foram realizadas no máximo duas tentativas por sessão, com IR de 10 minutos. Embora a velocidade de execução não tenha sido controlada, as participantes foram instruídas a executar cada repetição em ~2 segundos na fase concêntrica e em ~3 segundos na fase excêntrica.

Visando reduzir erros durante os testes, a execução do exercício foi monitorada sempre por profissionais de Educação Física, sendo computadas apenas as repetições executadas com total amplitude do movimento. Não foram permitidas pausas entre as fases concêntricas e excêntricas do movimento ou entre as repetições. Adicionalmente, estímulos verbais foram realizados a fim de manter a motivação das participantes.

Protocolo experimental

Coerentemente com a avaliação do teste de repetições máximas, o exercício utilizado para verificar o efeito de diferentes IR foi o de Rosca Scott para bíceps. Foram realizadas duas sessões de avaliação separadas por 48 horas de descanso. As sessões se diferenciaram somente quanto aos diferentes IR entre as séries (90 ou 180 segundos). Pelo fato de deste estudo fazer parte de um projeto maior, a primeira sessão de teste foi realizada com IR 90 segundos, ao passo que, a segunda sessão, com IR 180 segundos. Cada sessão foi composta por três séries, sendo realizadas até a fadiga voluntária com a carga determinada no teste de repetições máximas. O número total de repetições realizadas em cada série foi registrado.

Para evitar influências das variações circadianas na força muscular, as participantes compareceram ao local da realização do protocolo experimental na mesma hora do dia (08:00). Elas foram instruídas a ingerir 200ml de água antes das sessões para garantir a hidratação.

Tratamento Estatístico

Considerando que o teste de Shapiro-Wilk não rejeitou a hipótese de distribuição normal dos dados, foi utilizada a estatística descritiva paramétrica (média e desvio-padrão). Os volumes totais das sessões de teste (definido como sendo o número total de repetições realizadas nas três séries) foram comparados utilizando o teste *t* de Student para amostras dependentes. A ANOVA *two-way* (2x3), para medidas repetidas foi empregada para as comparações entre as diferentes condições (IR 90 e IR 180) e tempo (número de repetições de cada uma das três séries). O teste *post hoc* de Fisher, para comparações múltiplas, foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que a ANOVA mostrou diferença significativa de $P < 0,05$. A porcentagem da sustentabilidade das repetições entre as séries para os diferentes IR foi calculada por meio da seguinte equação: [(Número de repetições da primeira série x 100) / número de repetições da segunda ou da terceira série]. Os procedimentos estatísticos foram realizados no programas *Statistica*TM, versão 6.0.

RESULTADOS

A comparação entre o número de repetições realizadas na primeira série de cada sessão de teste não apresentou diferenças estatisticamente significativa ($P > 0,05$). O volume total da sessão de teste com IR 180 foi estatisticamente superior (19%; $P < 0,05$) ao da sessão com IR 90 (27,5 ± 3,4 e 23,1 ± 3,3 repetições, respectivamente).

A tabela 1 apresenta o número de repetições máximas realizadas por série para os diferentes IR. A ANOVA indicou interação, bem como efeitos principais de IR e tempo (número de repetições em cada série) significativos ($P < 0,05$). O teste *post-hoc* de Fisher mostrou diferenças significativas: a) no número de repetições das primeiras para as segundas séries ($P < 0,01$) e das primeiras para as terceiras séries ($P < 0,01$) em ambos os IR, mas não das segundas para as terceiras séries ($P = 0,18$); b) entre o número de repetições dos dois IR na segunda série ($P = 0,02$) e na terceira série ($P = 0,02$), mas não na primeira ($p > 0,05$).

Tabela 1. Médias e desvios-padrão do número de repetições máximas realizadas por série com intervalos de recuperação de 90 (IR 90) ou de 180 (IR 180) segundos, em idosas treinadas com pesos (n = 10).

Séries	IR 90 (repetições)	IR 180 (repetições)	Efeitos	F	P
1 ^a	11,1 ± 1,7	11,1 ± 1,9	Condição (IR)	8,56	0,009
2 ^a	6,4 ± 1,6†	8,6 ± 1,3*†	Tempo (séries)	62,98	0,001
3 ^a	5,6 ± 1,5‡	7,8 ± 1,0*‡	Condição x tempo	4,62	0,016

* Diferenças estatísticas significativas em relação ao IR 90 ($P < 0,05$).

† Diferenças estatísticas significativas da primeira para a segunda série ($P < 0,05$).

‡ Diferenças estatísticas significativas da primeira para a terceira série ($P < 0,05$).

A porcentagem da sustentabilidade das repetições da primeira para a segunda e terceira séries, com o IR 90, foi de 59,1 ± 17,4 e 51,2 ± 14,4%, respectivamente, e com o IR 180, foi de 78,7 ± 12,4 e 72,1 ± 14,0%, respectivamente (Figura 1).

DISCUSSÃO

Nenhuma diferença entre as primeiras séries dos dois IR foi encontrada, indicando condições iniciais semelhantes e, conseqüentemente, que as diferenças no volume total (soma das repetições nas três sé-

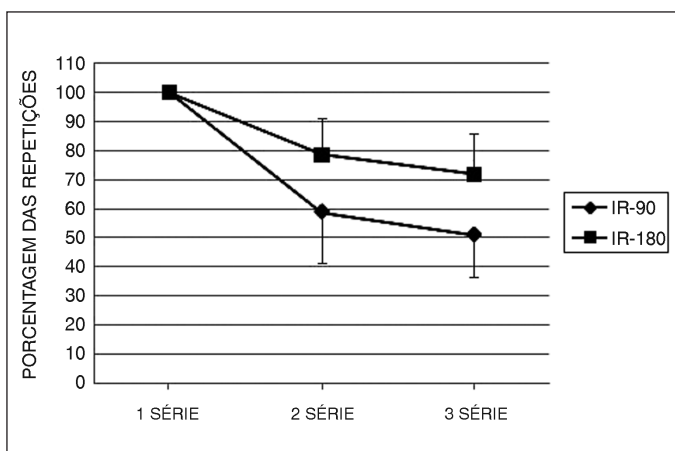


Figura 1. Médias e desvios-padrão das porcentagens de repetições realizadas nas segundas e terceiras séries em relação às primeiras séries (100%) de cada intervalo de recuperação de 90 (IR 90) ou de 180 (IR 180) segundos (n = 10).

ries) estão relacionadas com os diferentes IR. A condição com IR 180 apresentou volume significativamente maior do que a sessão com IR 90. Entretanto, independente do IR adotado, as participantes não conseguiram manter a sustentabilidade das repetições dentro da zona de repetições máximas pré-estabelecidas (10-12RM).

A manipulação da duração do IR entre as séries tem sido considerada uma importante variável nos programas de TP⁽¹⁴⁾, podendo afetar as adaptações da força muscular. Diversos estudos têm demonstrado que a duração do IR entre as séries determina o volume total realizado durante uma sessão de TP em adultos jovens⁽¹²⁻¹⁶⁾. Todos esses estudos sugerem que, quanto mais longa a duração do IR entre as séries realizadas até a fadiga muscular, maior o volume total realizado. Similar aos estudos prévios, nossos resultados mostraram que o volume total foi influenciado pela duração do IR (Tabela 1). Contudo, devido aos diferentes delineamentos experimentais empregados (IR, intensidade, grupos musculares), ao gênero e as mudanças que ocorrem com o processo de envelhecimento no sistema neuromuscular e no metabolismo glicolítico^(22,23), se torna difícil fazer comparações diretas dos nossos achados.

Poucos estudos analisaram a influência de diferentes IR entre as séries sobre as respostas agudas da força muscular em adultos idosos. Bottaro *et al.*⁽¹⁷⁾, comparou o efeito de três diferentes IR (30, 60 e 90 segundos) sobre o torque muscular isocinético. Foram realizadas duas séries de quatro repetições na extensora de joelhos. Os resultados demonstraram não haver diferença entre os diferentes IR, sendo necessário apenas 30 segundos para completar a recuperação antes da próxima série. Recentemente, Theou *et al.*⁽¹⁹⁾ comparou o efeito de três diferentes IR (15, 30 e 60 segundos) sobre o torque muscular isocinético em adultas jovens e idosas fisicamente ativas. Três séries de 8 RM foram realizadas na extensora e flexora de joelhos. Os resultados demonstraram que as adultas jovens e idosas necessitaram 60 segundos entre as séries para completar a recuperação na extensora de joelhos. No entanto, as adultas idosas necessitaram menores IR entre as séries (30 segundos) do que as jovens (60 segundos) na flexora de joelhos. Em nosso estudo, as adultas idosas não recuperaram o desempenho inicial da força muscular em nenhum dos IR (90 e 180) utilizados entre as séries. A diferença observada entre estes estudos com a presente investigação pode ser atribuída em parte ao método de avaliação da força muscular utilizado, a intensidade do esforço, ao volume total realizado, e aos diferentes exercícios empregados, avaliando distintos grupamentos musculares (membros superiores vs. membros inferiores).

Ernesto *et al.*⁽¹⁸⁾ estudaram diferentes IR (60, 120 e 180 segundos) na extensora de joelhos. Foram realizadas três séries de dez repetições, em contrações isocinéticas. Os achados desse estudo demonstraram que o desempenho muscular na terceira série diminuiu para todos os IR, apresentando maiores quedas quando o IR de 60 segundos foi adotado.

Na realização de uma atividade intensa e de curta duração, como é o caso do TP, várias reações fisiológicas podem contribuir para o processo de fadiga durante uma sessão de treinamento. A degradação das fontes energéticas e o acúmulo de metabólitos que interagem com as proteínas contráteis podem ser fatores associados com a redução aguda na produção de força muscular⁽²⁴⁾.

MacDougall *et al.*⁽²⁵⁾ realizaram um estudo com adultos jovens treinados, separados aleatoriamente em dois grupos. Amostras de biópsias do bíceps braquial foram coletadas imediatamente após uma série de flexões de cotovelo (grupo A) ou após três séries de flexões de cotovelo com IR 180 de duração entre as séries (grupo B). Ambos os grupos realizaram o exercício até a fadiga muscular com intensidade a 80% de 1RM. Amostras sanguíneas foram coletadas cinco minutos (antes e após) a realização do exercício. Os autores verificaram reduções significativas nas concentrações de glicogênio muscular somente no grupo que realizou três séries. Dessa forma, as participantes do nosso estudo podem ter iniciado as séries subsequentes com as concentrações de glicogênio muscular parcialmente restauradas. Entretanto, a ligação entre a degradação do glicogênio muscular e a diminuição da força muscular durante as séries subsequentes não está completamente esclarecida⁽²⁶⁾.

Recentemente, aumentos na quantidade de fosfato inorgânico (Pi) têm sido considerados um dos maiores causadores da fadiga muscular em exercícios de alta intensidade⁽²⁷⁾, demonstrando relacionamento inverso com a produção de força muscular⁽²⁸⁾. Elevados níveis nas concentrações de Pi podem inibir a taxa de desenvolvimento de força e a força muscular por meio de ações diretas sobre as funções das pontes cruzadas^(24,26,29). É importante destacar que fatores neurais também podem estar envolvidos nas mudanças da força muscular, especificamente se tratando de ações dinâmicas.

Uma limitação de nosso estudo é a aplicação dos resultados para outros exercícios, especialmente para aqueles de membros inferiores. Em contrapartida, os resultados observados podem ter importante aplicação prática, uma vez que o volume total realizado durante um programa ou sessão de treinamento pode modular aumentos na força muscular de adultos idosos⁽³⁰⁾. Com isso, IR entre as séries mais longo (180 segundos) pode ser uma alternativa quando se objetiva o aumento da força muscular em adultos idosos. Não obstante, estudos que caracterizam as respostas agudas com diferentes IR em uma sessão de TP podem ajudar a explicar adaptações crônicas pelo efeito somatório e, portanto, devem ser levados em consideração durante a prescrição de exercícios para mulheres idosas.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o volume total de uma sessão de teste com IR 180 é maior quando comparado com outra de IR 90 e isso talvez possa afetar a magnitude das adaptações crônicas decorrentes do TP. Contudo, ambos os IR não são suficientes para manter a sustentabilidade das repetições nas séries subsequentes.

Em adição, sugere-se a realização de novos estudos com diferentes amostras, outras durações de IR, exercícios para membros inferiores e análises de lactato sanguíneo, por ser um indicador do sistema energético utilizado predominantemente durante o exercício, bem como um possível mecanismo explicativo do efeito de diferentes IR no TP para idosas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e FAPESP pelas bolsas outorgadas.

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

REFERÊNCIAS

- Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 2004;34:329-48.
- Hazell T, Kenno K, Jakobi J. Functional benefit of power training for older adults. *J Aging Phys Act* 2007;15:349-59.
- American College of Sports Medicine. Position Stand: Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:687-708.
- Simão R, Farinatti PTV, Polito MD, Viveiros L, Fleck SJ. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistive exercises in women. *J Strength Cond Res* 2007;21:23-8.
- Ratamess NA, Falvo MJ, Mangine GT, Hoffman JR, Faigenbaum AD, Kang J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *Eur J Appl Physiol* 2007;100:1-17.
- Bottaro M, Martins B, Gentil P, Dale W. Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal responses in trained women. *J Sci Med Sport* 2009;12:73-8.
- Martins B, Veloso J, França JB, Bottaro M. Efeitos do intervalo de recuperação entre séries de exercícios resistidos no hormônio do crescimento em mulheres jovens. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14:171-5.
- Robinson JM, Stone MH, Johnson RL, Penland CM, Warren BJ, Lewis RD. Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance. *J Strength Cond Res* 1995;9:216-221.
- Pincivero DM, Lephart SM, Karunakara RG. Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short-term high intensity training. *Br J Sports Med* 1997;31:229-34.
- Simão R, Polito M, Monteiro W. Efeito de diferentes intervalos de recuperação em um programa de treinamento de força para indivíduos treinados. *Rev Bras Med Esporte* 2008;14:353-6.
- Willardson JM, Burkett LN. The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains. *J Strength Cond Res* 2008;22:146-52.
- Miranda H, Fleck SJ, Simão R, Barreto AC, Dantas EHM, Novaes J. Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. *J Strength Cond Res* 2007;21:1032-6.
- Pereira MIR, Gomes PSC, Bhamhani Y. Número máximo de repetições em exercícios isotônicos: influência da carga, velocidade e intervalo de recuperação entre séries. *Rev Bras Med Esporte* 2007;13:287-91.
- Willardson JM, Burkett LN. A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. *J Strength Cond Res* 2005;19:23-6.
- Willardson JM, Burkett LN. The effect of rest interval length on bench press performance with heavy vs. light load. *J Strength Cond Res* 2006a;20:396-9.
- Willardson JM, Burkett LN. The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. *J Strength Cond Res* 2006b;20:400-3.
- Bottaro M, Russo A, Oliveira RJ. The effects of rest interval on quadriceps torque during isokinetic testing protocol in elderly. *J Sports Sci Med* 2005;4:285-290.
- Ernesto C, Bottaro M, Silva FM, Sales MPM, Celes RS, Oliveira RJ. Efeitos de diferentes intervalos de recuperação no desempenho muscular isocinético em idosos. *Rev Bras Fisioter* 2009. [Epub ahead of print].
- Theou O, Gareth JR, Brown LE. Effect of rest interval on strength recovery in young and old women. *J Strength Cond Res* 2008;22:1876-81.
- Willardson JM. A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res* 2006;20:978-84.
- Ferreira L, Gobbi S, Gobbi LT. An explanatory mechanism for the different decline in limb strength in older women. *Arch Gerontol Geriatric* 2009. [Epub ahead of print].
- Connelly DM, Rice CL, Roos MR, Vandervoort AA. Motor unit firing rates and contractile properties in tibialis anterior of young and old men. *J Appl Physiol* 1999;87:843-52.
- Lanza IR, Befroy DE, Kent-Braun JA. Age-related changes in ATP-producing pathways in human skeletal muscle in vivo. *J Appl Physiol* 2005;99:1736-44.
- Fitts RH. The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. *J Appl Physiol* 2008;104:551-8.
- MacDougall JD, Ray S, Sale DG, McCartney N, Lee P, Garner S. Muscle substrate utilization and lactate production. *Can J Appl Physiol* 1999;24:209-15.
- Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiol Rev* 2008;88:287-332.
- Westerblad H, Allen DG, Lännergren J. Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause? *News Physiol Sci* 2002;17:17-21.
- Pathare N, Walter GA, Stevens JE, Yang Z, Okerke E, Gibbs JD, et al. Changes in inorganic phosphate and force production in human skeletal muscle after cast immobilization. *J Appl Physiol* 2005;98:307-14.
- Kent-Braun JA. Skeletal muscle fatigue in old age: whose advantage? *Exerc Sport Sci Rev* 2009;37:3-9.
- Galvão DA, Taaffe DR. Resistance exercise dosage in older adults: single- versus multiset effects on physical performance and body composition. *J Am Geriatr Soc* 2005;53:2090-97.