



Motricidade

ISSN: 1646-107X

motricidade.hmf@gmail.com

Desafio Singular - Unipessoal, Lda
Portugal

Martins-Costa, H.C.; Diniz, R.C.R.; Machado, S.C.; Lima, F.V.; Chagas, M.H.
Impacto de diferentes velocidades de movimento no tempo de transição entre ações musculares
excêntricas e concêntricas no exercício supino
Motricidade, vol. 8, núm. Supl. 2, 2012, pp. 365-372
Desafio Singular - Unipessoal, Lda
Vila Real, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273023568044>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Impacto de diferentes velocidades de movimento no tempo de transição entre ações musculares excêntricas e concêntricas no exercício supino

Impact of different movement velocities on coupling time between eccentric and concentric muscle actions in the bench press exercise

H.C. Martins-Costa, R.C.R. Diniz, S.C. Machado, F.V. Lima, M.H. Chagas

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

O desempenho em exercícios que utilizam o ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) é influenciado pelo tempo de transição entre ações musculares excêntricas e concêntricas (TTextc-con). Por isso, o objetivo deste estudo foi investigar se diferentes velocidades de movimento na ação muscular excêntrica (Vexc) modificam o TTextc-con mensurado durante protocolos de treinamento de força. Participaram nesta pesquisa dezesseis homens (24.6 ± 4.4 anos) com experiência em treinamento de força na musculação. Foram executados dois protocolos de treinamento no exercício supino caracterizados por três séries de seis repetições a 60% de uma repetição máxima (1RM), pausa entre séries de três minutos, mas com velocidades de movimento distintas. O protocolo de treinamento 2-2 foi caracterizado pela duração da ação muscular concêntrica de 2s e excêntrica de 2s, enquanto o protocolo de treinamento 2-4 tinha a duração da ação muscular concêntrica de 2s e excêntrica de 4s. Verificou-se diferenças significativas para Vexc e TTextc-con entre os dois protocolos, sendo que a diminuição da Vexc foi acompanhada por um aumento no TTextc-con. Desta forma, é possível concluir que a Vexc influencia a resposta do TTextc-con, o que pode alterar a capacidade de produção de força muscular.

Palavras-chave: treinamento de força, ciclo de alongamento-encurtamento, velocidade de movimento

ABSTRACT

The performance in exercises that use the stretch-shortening cycle (SSC) is influenced by the coupling time between eccentric and concentric muscle actions (CTecc-con). Therefore, the aim of this study was to investigate whether different movement velocities of the eccentric muscle action (Vecc) modify the CTecc-con measured during strength training protocols. Sixteen men (24.6 ± 4.4 years) with experience in strength training participated in this study. Two training protocols were performed in the bench press exercise, characterized by three sets of six repetitions at 60% of one repetition maximum (1RM) and three minutes of rest interval between sets, although with different movement speeds. The training protocol named 2-2 was characterized by eccentric and concentric muscles actions of 2s each, while the training protocol 2-4 had a concentric muscle action of 2s and eccentric of 4s. There was significant difference for Vecc and CTecc-con between the two protocols, with a decrease in Vecc being accompanied by an increase in CTecc-con. Thus, it is possible to conclude that the Vecc influences the CTecc-con response, which may alter the ability of force production.

Keywords: strength training, stretch-shortening cycle, movement velocity

Submetido: 01.08.2011 | Aceite: 14.09.2011

Hugo C. Martins-Costa. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Laboratório do Treinamento na Musculação, Belo Horizonte, MG; Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Departamento de Educação Física, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Rodrigo C. R. Diniz. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Laboratório do Treinamento na Musculação, Belo Horizonte, MG; Universidade Presidente Antônio Carlos, Bom Despacho, MG, Brasil.

Sandra C. Machado, Fernando V. Lima e Mauro H. Chagas. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Laboratório do Treinamento na Musculação, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Endereço para correspondência: Mauro Heleno Chagas, Departamento de Esportes, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 - UFMG - Campus Pampulha, Belo Horizonte - MG, CEP 31270-901, Brasil.

E-mail: mauroh@ufmg.br

A rápida realização de movimentos em que as ações musculares concêntricas são precedidas por ações musculares excêntricas formam um tipo natural de função do músculo conhecido como ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) (Komi, 2006). Quando o CAE é utilizado adequadamente, a ação muscular excêntrica potencializa o desempenho na ação concêntrica subsequente, quando este é comparado com o desempenho obtido durante a execução isolada de uma ação muscular concêntrica (Comyns, Harrison, & Hennessy, 2011; Miyaguchi & Demura, 2008; Wilson, Elliott, & Wood, 1991). Esse aumento do desempenho muscular concêntrico durante o CAE tem sido explicado por diferentes fatores, entre eles a capacidade de armazenamento e utilização da energia elástica, a ação do potencial reflexo (Turner & Jeffreys, 2010) e a maior ativação muscular antes da fase de propulsão (ação concêntrica) (Bobbert & Casius, 2005). Para que ocorra um aproveitamento adequado do CAE três condições parecem ser determinantes: A pré-ativação muscular programada antes da fase excêntrica, um curto tempo de transição entre ações musculares excêntrica e concêntrica (TTexc-con) e uma maior velocidade angular da ação muscular excêntrica (Vexc) (Komi & Gollhofer, 1997).

O CAE é comumente investigado em atividades como saltos e corridas (Markovic, 2007; Zameziati, Morin, Deiuri, Telonio, & Belli, 2006), embora alguns estudos também tenham analisado a influência do CAE no desempenho em exercícios utilizados no treinamento de força na musculação (Manabe, Shimada, & Ogata, 2007; McBride, Skinner, Schafer, Haines, & Kirby, 2010; Sakamoto & Sinclair, 2006; Wilson et al., 1991). Quando analisado o desempenho máximo, ações musculares concêntricas realizadas isoladamente no exercício supino, por exemplo, geram menor força e potência que ações musculares concêntricas precedidas por ações musculares excêntricas (Miyaguchi & Demura, 2008). Existem evidências de que a utilização do CAE também parece ser importante durante a realização de exercí-

cios em protocolos de treinamento de força com intensidades submáximas (McBride et al., 2010; Sakamoto & Sinclair, 2006). Contudo, a influência do CAE durante a realização desses protocolos ainda necessita ser investigada, sendo que a análise da relação entre a Vexc e o TTexc-con poderá fornecer informações sobre o aproveitamento do CAE quando protocolos de treinamento com intensidades submáximas são executados.

Alguns autores sugerem que a diminuição da Vexc durante a realização de protocolos de treinamento com intensidades submáximas poderia diminuir o aproveitamento do CAE (Crewther, Cronin, & Keogh, 2005; Sakamoto & Sinclair, 2006), gerando uma maior necessidade de produção de força pelo material contrátil para se manter o mesmo desempenho durante a tarefa. Contudo, uma redução do aproveitamento do CAE poderia estar associada tanto a uma diminuição da Vexc quanto a um concomitante aumento do TTexc-con (Turner & Jeffreys, 2010). Essas variáveis mecânicas fornecem informações importantes sobre o desenvolvimento da força muscular durante o CAE. Por isso, investigar se diferentes Vexc poderiam modificar o TTexc-con em diferentes protocolos de treinamento de força possibilitará uma melhor implementação de estratégias de treinamento para aumentar o desempenho da força muscular.

Embora o CAE seja frequentemente investigado, não existem dados sobre o impacto da Vexc no TTexc-con em protocolos de treinamento de força. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi verificar o efeito de diferentes Vexc no TTexc-con em protocolos de treinamento de força utilizando exercício supino.

MÉTODO

Amostra

Participaram da pesquisa 16 praticantes de treinamento de força na musculação do sexo masculino (idade: 24.6 ± 4.4 anos; estatura: 177.6 ± 6.9 cm; massa corporal: 78.9 ± 9.4 kg; 1RM: 94.7 ± 11.4 kg). Foram estabelecidos como critérios de inclusão: (a) realizar treina-

mento de força na musculação continuamente há pelo menos seis meses antes do início do estudo; (b) não apresentar limitações funcionais para a realização do teste de 1RM ou dos protocolos de treinamento; (c) ser capaz de levantar um peso igual ou superior a sua massa corporal no teste de 1RM realizado no supino guiado. Os voluntários receberam informações quanto aos objetivos, procedimentos, riscos da investigação e assinaram um consentimento livre e esclarecido para participação do estudo. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (parecer ETIC 02/09).

Durante o período de coleta, os voluntários continuaram realizando sua rotina de treinamento na musculação. Contudo, os programas de treinamento foram adaptados com a supervisão dos pesquisadores responsáveis pelo presente estudo, de forma que os voluntários não realizassem exercícios com as musculaturas peitoral maior, deltoide anterior e tríceps braquial 48 horas antes de qualquer sessão de coleta.

Instrumentos

Todas as sessões de coleta foram realizadas em um equipamento de musculação constituído de uma barra guiada e um banco de posicionamento ajustável. Para o ajuste da resistência externa a ser vencida pelos voluntários, foram utilizadas diversas anilhas de massas conhecidas, sendo a massa de todas mensurada numa balança digital com precisão de 0.01kg. Estas anilhas juntamente com a barra (massa de 20 kg), representam uma carga mecânica que se opõe ao movimento dos segmentos corporais, sendo “peso” o termo genérico utilizado para definir as resistências mecânicas no treinamento na musculação.

Foi utilizado também um eletrogoniômetro (BIOVISION), fixado no cotovelo dos voluntários, que possibilitou o registro da amplitude de movimento articular. As informações do eletrogoniômetro foram sincronizadas e convertidas de sinais analógicos para digitais por meio de uma placa A/D (BIOVISION), amos-

trados a uma frequência de 2000Hz. Um programa específico (DASYLAB 4.0) foi utilizado para o registro e tratamento dos dados. Para auxiliar os voluntários no controle da velocidade de movimento, por meio da duração das ações musculares, utilizou-se um metrônomo.

Procedimentos

No presente estudo, cada voluntário compareceu ao laboratório no decorrer de duas semanas, em quatro dias diferentes (sessões experimentais de 1 a 4), separados por período mínimo de 48 horas. Em todas as quatro sessões experimentais foi mantido o mesmo horário de coleta de dados para cada voluntário. Nas sessões experimentais 1 e 2 (1ª semana) foram realizados uma familiarização do teste de uma repetição máxima (1RM) para o exercício supino guiado, o teste de 1RM e uma familiarização ao uso do metrônomo para controle da duração das ações musculares concêntricas e excêntricas. Nas sessões experimentais 3 e 4 (2ª semana), foram executados dois protocolos de treinamento no supino guiado de forma aleatória e balanceada, nos quais se registrou medidas de deslocamento angular no tempo a partir do eletrogoniômetro.

Sessões experimentais 1 e 2

Na primeira sessão experimental foram realizadas as medidas de massa corporal e estatura. Após a obtenção das medidas antropométricas na sessão experimental 1 e como primeiro procedimento da sessão experimental 2, foi realizado o posicionamento do eletrogoniômetro no cotovelo do voluntário. Foram feitas marcações na pele com caneta semipermanente para o reposicionamento do eletrogoniômetro em todas as sessões experimentais. Em seguida, padronizou-se o posicionamento das mãos na barra, da cabeça em relação ao banco e da amplitude de movimento a ser realizada por cada indivíduo. Essa padronização foi efetuada após o voluntário ter se posicionado no aparelho da maneira mais próxima à da sua rotina de treinamento com o

exercício supino e ter executado algumas repetições sem peso adicional na barra. Todas as marcações na barra e no banco foram feitas com fitas adesivas, sendo mantidas nas quatro sessões experimentais. Posteriormente ao posicionamento, os indivíduos realizaram a familiarização do teste de 1RM, que consistiu na própria realização do teste. Como último procedimento nas sessões experimentais 1 e 2, os voluntários foram familiarizados ao uso do metrônomo, realizando aleatoriamente uma das velocidades de movimento dos protocolos de treinamento, que seriam executados nas sessões experimentais posteriores.

Posicionamento do eletrogoniômetro

O eletrogoniômetro previamente calibrado foi fixado no cotovelo direito do voluntário, utilizando fitas adesivas dupla-face e faixas elásticas. O eixo de rotação do eletrogoniômetro foi posicionado na projeção do epicôndilo lateral do úmero. O braço distal do eletrogoniômetro foi direcionado a um ponto na metade da distância entre os processos estiloides da ulna e do rádio, enquanto o braço proximal foi direcionado ao eixo de rotação da cabeça do úmero. A determinação dos pontos de referência e a marcação com caneta semipermanente foram feitas em todos os dias de coleta pelo mesmo pesquisador.

Teste de 1RM

Após a familiarização dos indivíduos no teste de 1RM na primeira sessão experimental, determinou-se o desempenho no teste de 1RM na sessão experimental seguinte. O teste era iniciado a partir da ação excêntrica, sendo permitidas no máximo seis tentativas, com pausas de cinco minutos e aumento mínimo de aproximadamente 2 kg. Foram necessárias, em média, $4.19 \pm .98$ e $3.94 \pm .85$ tentativas para se determinar o desempenho no teste de 1RM nas sessões experimentais 1 e 2, respectivamente.

Sessões experimentais 3 e 4

Antes da execução dos protocolos de treinamento, foi feita a fixação do eletrogoniômetro,

como mencionado anteriormente. A fim de verificar o efeito da Vexc no TTextc-con, foram executados dois protocolos de treinamento com velocidades de movimento distintas. Considerando que neste estudo foi padronizada a amplitude de movimento para cada indivíduo, uma maior duração da ação muscular excêntrica representa uma menor velocidade desta ação muscular. Sendo assim, velocidades de movimento moderadas a lentas poderiam ser representadas por durações da repetição de 4s (ações musculares concêntricas e excêntricas com durações de 2s e 2s, respectivamente) a 6s (2s e 4s) (ACSM, 2009). Além disso, essas durações das ações musculares são usualmente prescritas em programas de treinamento de força na musculação (Headley et al., 2011). Por isso, nos dois protocolos de treinamento investigados as velocidades durante as ações concêntricas e excêntricas foram controladas para um mesmo indivíduo por meio da duração dessas ações musculares.

Os protocolos de treinamento foram realizados de forma aleatória e em ordem balanceada em cada uma das sessões experimentais. Todos os protocolos consistiram de três séries, seis repetições, pausa entre séries de três minutos, intensidade de 60%1RM, existindo diferença apenas nas durações das ações musculares excêntricas. O protocolo de treinamento 2-2 foi caracterizado pela duração da ação muscular concêntrica de 2s e excêntrica de 2s, enquanto o protocolo de treinamento 2-4 tinha a duração da ação muscular concêntrica de 2s e excêntrica de 4s. A determinação desses protocolos foi feita a partir de um estudo piloto. Além disso, procurou-se manter a configuração dos protocolos de treinamento de forma que as variáveis mencionadas estivessem dentro das recomendações para o treinamento de força destinado à hipertrofia muscular (American College of Sports Medicine [ACSM], 2009; Bird, Tarpenning, & Marino, 2005; Wernbom, Augustsson, & Raastad, 2008).

Durante a execução dos protocolos de treinamento, foi utilizado um metrônomo para

auxiliar os voluntários a manterem as durações das ações musculares. O metrônomo foi ajustado para fornecer um sinal sonoro a cada segundo. A série seria interrompida caso o voluntário, (a) durante duas repetições seguidas não conseguisse manter a duração estabelecida para cada ação muscular ou realizasse uma amplitude de movimento incompleta; (b) retirasse seu corpo do banco durante a execução (desencostar a coluna lombar ou os glúteos). Quando necessário um dos pesquisadores orientava o voluntário a corrigir a duração do exercício. Em nenhuma situação deste estudo foi necessária a interrupção da série, uma vez que os voluntários foram capazes de manter os critérios de execução acima descritos.

Análise dos dados do eletrogoniômetro (Vexc e TTexc-con)

Após o registro, os dados brutos do deslocamento angular foram filtrados por meio de um filtro de 4ª ordem do tipo Butterworth, passa-baixa com frequência de corte de 10Hz. A partir dos dados de deslocamento angular foram determinadas as durações das ações musculares e o TTexc-con. A duração das ações musculares excêntricas e concêntricas foi determinada como o intervalo de tempo correspondente ao deslocamento angular referente a cada ação muscular. Desta forma, foi possível calcular a velocidade angular média relativa à ação muscular excêntrica (Vexc), dividindo o deslocamento angular correspondente à ação muscular excêntrica pela duração dessa mesma ação muscular. O TTexc-con foi definido no presente estudo como o tempo gasto para deslocar dois graus antes e dois graus após o pico de flexão do cotovelo. Esta variável tem auxiliado na interpretação de resultados que envolvem o ciclo de alongamento-encurtamento no treinamento de força (Wilson et al., 1991).

Análise Estatística

Inicialmente verificou-se a normalidade da distribuição e homogeneidade das variâncias

por meio dos testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Foi realizada uma análise descritiva das características da amostra, bem como das variáveis obtidas pelo eletrogoniômetro. Aplicou-se o teste t pareado para comparar os valores médios da Vexc e TTexc-con entre protocolos de treinamento. Esses valores representaram a média da velocidade angular de 18 ações musculares excêntricas e 18 transições entre as ações musculares excêntricas e concêntricas em cada protocolo de treinamento, respectivamente, pois em cada protocolo de treinamento foram realizadas três séries de seis repetições. Os dados foram apresentados em forma de média (M) e desvio padrão (DP). O nível de significância estatística adotado foi de $p < .05$.

RESULTADOS

Os dados referentes à duração das ações musculares concêntricas e excêntricas em cada um dos protocolos de treinamento estão listados na Tabela 1.

Tabela 1.
Duração média (M) e desvio padrão (DP) das ações musculares nos diferentes protocolos de treinamento

Protocolos	Ações musculares			
	Concêntrica		Excêntrica	
	M	DP	M	DP
2-2	1.84	.08	2.19	.08
2-4	2.06	.07	3.96	.08

Na Tabela 2, foram apresentados os dados relativos à Vexc e ao TTexc-con. Diferença significativa foi verificada entre os protocolos 2-2 e 2-4 para as variáveis Vexc e TTexc-con.

DISCUSSÃO

No presente estudo foi investigada a relação entre duas variáveis mecânicas importantes (Vexc e TTexc-con) para o entendimento de processos associados com um adequado aproveitamento do CAE. Os resultados demonstraram que uma diminuição da Vexc foi acompanhada por um aumento no TTexc-con. Esta resposta do TTexc-con frente à alteração da

Tabela 2

Valores médios (M), mínimos e máximos e desvios padrão (DP) da velocidade angular média na ação muscular excêntrica (Vexc) e no tempo de transição excêntrico-concêntrico (TTexc-con) nos diferentes protocolos de treinamento

Protocolos	Vexc (°/s)				TTexc-con (s)			
	Mínimo	Máximo	M	DP	Mínimo	Máximo	M	DP
2-2	34.2	47.7	41.6*	44.3	.268	.528	.357*	.067
2-4	16.9	26.9	22.7	26.6	.309	.554	.438	.072

Nota: * - Diferença significante em relação ao Protocolo 2-4 ($p < .001$)

Vexc mostra que essas variáveis mecânicas não se ajustaram de maneira independente durante a realização do exercício supino. Os dados da presente pesquisa mostraram que a resposta do TTexc-con apresentou uma relação inversa com a Vexc, sendo que menores Vexc resultaram em maiores TTexc-con. Desta forma, a redução da Vexc em decorrência do aumento de dois segundos na duração desta ação muscular resultou em um aumento do TTexc-con (.081s; 18.5%) durante a execução do exercício supino. Se essa diferença no TTexc-con é suficiente para resultar em um aumento do desempenho de força na condição com menor TTexc-con e possibilitar, por exemplo, que o indivíduo realize um maior número de repetições é uma questão que permanece aberta considerando o desenho experimental do presente estudo. Em um estudo de Sakamoto e Sinclair (2006) foi verificado um menor número de repetições realizadas pelos voluntários ao executarem velocidades de movimento mais lentas. Os autores relataram que este resultado poderia ser parcialmente atribuído ao menor aproveitamento do CAE. Contudo, esses autores não mensuraram nenhuma variável que fundamentasse esta argumentação. Estudos futuros deverão investigar a relação entre velocidade de movimento, o TTexc-con e o desempenho de força em exercícios utilizados no treinamento de força na musculação.

Vários autores têm relatado um aumento do desempenho de força muscular relacionado ao CAE (Comyns et al., 2011; Miyaguchi & Demura, 2008; Wilson et al., 1991), contudo esse benefício verificado na ação muscular concên-

trica associado ao CAE pode reduzir com o aumento do TTexc-con. Os resultados do estudo de Wilson et al. (1991) demonstraram que uma pausa entre ações musculares excêntrica e concêntrica de 1s reduz em aproximadamente 55% o benefício associado com o CAE no exercício supino. Como na presente pesquisa foi verificado um aumento no TTexc-con em função da redução da Vexc é provável que o aproveitamento do CAE tenha sido diferente entre os protocolos de treinamento 2-2 e 2-4.

Alguns estudos têm procurado compreender o efeito da velocidade de movimento e do TTexc-con nas respostas agudas do organismo relativas ao treinamento de força (Manabe et al., 2007; McBride et al., 2010). Esses autores não encontraram uma maior atividade eletromiográfica concêntrica nas condições experimentais com menor aproveitamento do CAE, contudo ambas as pesquisas analisaram a atividade eletromiográfica durante a execução de uma única repetição. Desta forma, informações mais conclusivas deveriam ser obtidas a partir da realização de protocolos de treinamento caracterizados por séries múltiplas que são usualmente recomendados para o treinamento de força (ACSM, 2009).

Deve-se ressaltar que principalmente devido à carência de estudos sobre o tema, extrapolações desses resultados para outros exercícios não podem ser feitas. Assim, sugere-se que outros estudos possam investigar TTexc-con e Vexc em diferentes exercícios, pois as características específicas do exercício, como por exemplo o agachamento, poderia ocasionar uma diferenciação nas respostas encontradas.

Outra limitação diz respeito à mensuração das variáveis TTexc-con e Vexc ter sido realizada considerando o movimento na articulação do cotovelo. Sendo o exercício supino uma tarefa multiarticular é possível que a resposta do TTexc-con e da Vexc registrada na articulação do cotovelo não represente de maneira integral o comportamento dessas variáveis na articulação do ombro durante a execução do exercício. Se resultados diferentes seriam verificados em articulações distintas durante o exercício multiarticular investigado permanece como uma questão a ser respondida em estudos futuros.

O presente estudo demonstrou que diferentes Vexc resultaram em TTexc-con distintos, o que tem importantes implicações práticas para atividades que envolvem o CAE, especialmente na prescrição do exercício supino em programas de treinamento de força na musculação. Desta forma, é possível concluir que em protocolos de treinamento de séries múltiplas realizados no exercício supino, uma alteração da Vexc, por meio da modificação da duração da ação muscular excêntrica, conduz para uma alteração do TTexc-con, podendo diminuir a efetividade do CAE.

Agradecimentos:

Nada a declarar.

Conflito de Interesses:

Nada a declarar.

Financiamento:

Esta pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

- American College of Sports Medicine – ACSM (2009). Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 687-708.
- Bird, S. P., Tarpenning, M. K., & Marino, F. E. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: A review of the acute programme variables. *Sports Medicine*, 35(10), 841-851.
- Bobbert, M. F., & Casius, L. J. (2005). Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(3), 440-446.
- Comyns, T. M., Harrison, A. J., & Hennessy, L. K. (2011). An investigation into the recovery process of a maximum stretch shortening cycle fatigue protocol on drop and rebound jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2177-2184.
- Crewther, B., Cronin, J., & Keogh, J. (2005). Possible stimuli for strength and power adaptation: Acute mechanical responses. *Sports Medicine*, 35(11), 967-989.
- Headley, S. A., Henry, K., Nindl, B. C., Thompson, B. A., Kraemer, W. J., & Jones, M. T. (2011). Effects of lifting tempo on one repetition maximum and hormonal responses to a bench press protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 406-413.
- Komi, P. V. (2006). Ciclo de alongamento-encurtamento. In P. V. Komi (Ed.), *Força e Potência no Esporte* (pp. 200-218). Porto Alegre: Artmed.
- Komi, P. V., & Gollhofer, A. (1997). Stretch reflexes can have an important role in force enhancement during stretch-shortening cycle. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(4), 451-460.
- Manabe, Y., Shimada, K., & Ogata, M. (2007). Effect of slow movement and stretch-shortening cycle on lower extremity muscle activity and joint moments during squat. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(1), 1-12.
- Markovic, G. (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 349-355.
- McBride, J. M., Skinner, J. W., Schafer, P. C., Haines, T. L., & Kirby, T. (2010). Comparison of kinetic variables and muscle activity during a squat vs. a box squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3195-3199.
- Miyaguchi, K., & Demura, S. (2008). Relationships between stretch-shortening cycle performance and maximum muscle strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 19-24.
- Sakamoto, A., & Sinclair, P. J. (2006). Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 523-527.

- Turner, A., & Jeffreys, I. (2010). The stretch-shortening cycle: Proposed mechanisms and methods for enhancement. *Strength and Conditioning Journal*, 32(4), 87-99.
- Wernbom, M., Augustsson, J., & Raastad, T. (2008). Ischemic strength training: A low-load alternative to heavy resistance exercise? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18(4), 401-416.
- Wilson, G. J., Elliott, B. C., & Wood, G. A. (1991). The effect on performance of imposing a delay during a stretch-shorten cycle movement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(3), 364-370.
- Zameziati, K., Morin, J. B., Deiuri, E., Telonio, A., & Belli, A. (2006). Influence of the contact time on coupling time and a simple method to measure coupling time. *European Journal of Applied Physiology*, 96(6), 752-756.