

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/341610990>

Atenuação do destreino durante a pandemia de COVID-19: considerações práticas para o treinamento de força e potência em ambiente doméstico

Article · May 2020

DOI: 10.33233/rbfe.v19i2.4112

CITATIONS

0

READS

261

2 authors, including:



Lucas Guimarães-Ferreira

Universidade Federal do Espírito Santo

60 PUBLICATIONS 594 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



EFEITO DO TREINAMENTO RESISTIDO SOBRE A CINÉTICA DE CÁLCIO INTRACELULAR MIOCÁRDICA DE RATOS OBESOS [View project](#)



PhD project [View project](#)

Atenuação do destreino durante a pandemia de COVID-19: considerações práticas para o treinamento de força e potência em ambiente doméstico

Detraining attenuation during the COVID-19 pandemic: practical considerations for home-based strength and power training

Lucas Guimarães-Ferreira^{1,3}, Danilo Salles Bocalini^{2,3}

1. Grupo de Estudos em Fisiologia Muscular e Performance Humana, Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, Brasil.
2. Grupo de Estudo em Fisiologia Translacional Aplicada a Saúde, Esporte e Rendimento Humano, Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, Brasil.
3. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória/ES, Brasil.

RESUMO

A pandemia de COVID-19 que se espalhou por todo o mundo em 2020 demandou ações coletivas para controle da transmissão da doença. Dentre as medidas adotadas, o distanciamento social vem sendo amplamente adotado, visando a redução do contato e aglomeração de pessoas. Com a limitação ao acesso a locais de treinamento que dispõe de equipamentos e variedade de carga para o treinamento de força e potência, estratégias alternativas para realização no ambiente doméstico se fazem importante para manutenção do condicionamento físico e atenuação dos efeitos deletérios do destreino. Utilizando como base a literatura científica disponível, o presente artigo apresenta recomendações práticas para o treinamento de força no ambiente doméstico. Recomenda-se a utilização de exercícios que utilizam o peso do próprio corpo, itens domésticos e, quando disponíveis, halteres e bandas elásticas. Ao se utilizar baixas cargas (30-50% de 1 repetição máxima), a realização das séries até a falha concêntrica parece ser necessária para otimizar os ganhos de força e massa muscular. A prática de exercícios físicos deve ser realizada na maioria dos dias da semana (>5 dias/semana), combinada a atividades domésticas e de lazer que envolvam a movimentação de todo o corpo. Para manutenção e/ou desenvolvimento da potência muscular, movimentos balísticos devem ser incluídos, com ou sem cargas externas.

Palavras-chave: Treinamento de força, Potência, Destreino, COVID-19.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic that scattered across the world in 2020 has required collective action to control the transmission of the disease. Among the measures, social distancing has been widely adopted, aiming to reduce contact and people gathering. With the limited access to training places that have equipment and a variety of loads for strength and power training, alternative strategies to be carried out in the domestic environment are important for maintaining physical conditioning and mitigating the deleterious effects of detraining. Based on the available scientific literature, this article presents practical recommendations for strength training in

Recebido em: 6 Maio de 2020; Aceito em: 9 de Maio de 2020.

Correspondência: Lucas Guimarães-Ferreira, Universidade Federal do Espírito Santo Centro de Educação Física e Desportos, Av. Fernando Ferrari, 514, 29075-910 Vitória ES, Brasil. E-mail: lucas.ferreira@ufes.br

the home environment. It is recommended to perform exercises that employ self-body weight, household items and, when available, dumbbells and elastic bands. Whenever using low loads (30-50% of 1 repetition maximum), performing the sets until the concentric failure seems to be necessary to optimize gains in strength and muscle mass. The practice of physical exercises should be performed on most days of the week (> 5 days/week), combined with domestic and leisure activities that involve the movement of the whole body. For maintenance and / or development of muscle power, ballistic movements must be included, in the presence or absence of external loads.

Key-words: Strength training, Power, Detraining, COVID-19.

Introdução

A COVID-19 é uma doença respiratória infecciosa causada pelo coronavírus SARS-CoV-2 que se tornou uma pandemia em curto espaço de tempo no ano de 2020 [1]. Até 13 de abril de 2020, foram registrados 1,9 milhão de casos, com 118 mil mortes mundialmente [2]. Dentre as diversas medidas de prevenção adotadas pela Organização Mundial da Saúde e governos locais, está o distanciamento social, que tem se mostrado eficaz para evitar a disseminação da doença [3]. Durante este delicado período, a maior parte das cidades do planeta impediu o acesso a locais fechados, incluindo espaços de treinamento, como clubes esportivos e academias, tendo em vista o perigo que a aglomeração de pessoas proporciona.

A manutenção do condicionamento físico durante o período de distanciamento social, tanto sob a ótica da saúde quanto do rendimento esportivo, é de grande importância. Assim, o presente artigo objetivou discutir através de uma revisão narrativa da literatura científica, alternativas para manutenção da função neuromuscular sem a necessidade de equipamentos de grande porte e/ou alto custo e que podem ser realizados no ambiente doméstico. Finalmente resumimos possíveis estratégias e recomendações práticas para a manutenção do exercício doméstico, nessa situação de afastamento e isolamento social.

Destreino

Quando o treinamento físico é interrompido, as adaptações obtidas previamente são revertidas, até alcançarem os valores pré-treinamento. Tal fenômeno é conhecido como destreino [4,5]. Entretanto, uma vez que determinada adaptação ao treinamento é alcançada, passa a ser necessário um estímulo de treinamento consideravelmente menor para mantê-la, quando comparado ao que foi necessário para desenvolvê-la [6]. Isso quer dizer que mesmo quando há redução do estímulo do treinamento, mas não sua interrupção completa, parece possível atenuar ou até mesmo impedir reduções do condicionamento físico.

Estudo com idosos demonstrou que o treinamento de força por 12 semanas resulta no aumento da força e potência musculares de 10 a 36% [7]. Em contrapartida, o destreino pelo mesmo período de 12 semanas levou à redução da força e potência em 5 a 15%. Estes resultados sugerem que ao analisar o padrão temporal do treinamento e destreino, é possível que o

último ocorra em ritmo mais lento, possibilitando que os ganhos obtidos ao treinamento de força prévio sejam parcialmente mantidos após um período de destreinamento com a mesma duração. Tais achados foram corroborados em adultos jovens por Psilander *et al.* [8]. Homens e mulheres foram submetidos a 10 semanas de um programa de treinamento de força, que resultou no aumento da área de seção transversa das fibras musculares (+17%), espessura muscular (10%) e força (+20%). Após 20 semanas de destreinamento, o diâmetro das fibras musculares e o volume muscular retornaram aos valores pré-treinamento, mas a força muscular permaneceu elevada (em ~60%). O efeito de aprendizagem motora envolvido na execução do treinamento de força parece manter-se por mais tempo, durante o destreinamento, quando comparado às alterações morfológicas das fibras musculares.

Um breve período de destreinamento pode ser suficiente para desenvolver alterações negativas na função neuromuscular em atletas. 2 semanas de interrupção completa do treinamento em 12 atletas resultou na redução da área das fibras musculares do tipo II em 19,2%, apesar da área das fibras do tipo I permanecer inalteradas. O desempenho no supino, agachamento e salto vertical apresentaram redução de -1,7, -0,9 e -1,2%, respectivamente. Ainda que as alterações de força e potência não tenham apresentado significância estatística, merecem atenção tendo em vista o curto espaço de tempo de destreinamento e a importância que pequenas alterações podem apresentar para atletas de alto rendimento. Quando comparada à força, a potência muscular parece ser afetada de forma mais precoce durante o destreinamento. Em homens moderadamente treinados em força, 6 semanas de destreinamento provocou redução significativa na potência, sem alterações significativas na força máxima mensurada com o teste de 1 repetição máxima (1RM) [9].

Considerando o isolamento social temporário, com provável duração de algumas semanas, é esperado que após esse período praticantes, atletas ou não, retornem aos espaços de treinamento de força. Indivíduos com experiência em treinamento de força, após período de destreinamento, parecem apresentar ganhos de força muscular e hipertrofia em ritmo mais elevado quando comparado a indivíduos destreinados [10]. Tal fenômeno é comumente conhecido “memória muscular”, que no passado foi atribuído ao aprendizado motor e coordenação intermuscular, ou seja, a fatores neurais [11]. Mais recentemente, entretanto, alguns autores tem sugerido mecanismos moleculares envolvidos com esse processo que podem envolver o número de núcleos na células muscular (“domínio mionuclear”) [12] e/ou alterações epigenéticas na célula muscular [13].

Com a limitação temporária ao acesso a equipamentos de grande porte e variedade de pesos e halteres, faz-se necessário buscar alternativas válidas para manutenção do condicionamento físico e atenuação dos efeitos deletérios do destreinamento. Essas questões são apresentadas e discutidas nas seções a seguir.

Treinamento de força com baixas cargas

É comum, mesmo em livros-texto e documentos de posicionamento técnico/científico sobre força e condicionamento, a recomendação de se realizar exercícios de força com carga equivalente a 6-12 repetições para otimizar a hipertrofia muscular [14,15]. Esta ideia, entretanto, tem sido questionada e novos estudos tem trazido à luz novas possibilidades. Trabalho publicado em 2010 por

Burd *et al.* [16] foi importante para a quebra desse paradigma. Quinze homens ativos realizaram 4 séries de extensão de joelhos com 3 esquemas de carga/repetições: 1) 90% de 1RM até a falha concêntrica; 2) 30% de 1 RM com volume equalizado para a condição anterior (sem alcançar a falha, portanto); e 3) 30% de 1RM até a falha concêntrica. Os autores mensuraram a síntese proteica muscular antes e após 4 e 24h da realização da sessão de exercício de força. Foi demonstrado que a síntese proteica miofibrilar foi elevada após 4h na condição 30% e 90% de 1RM até a falha, mas somente na condição 30% de 1RM até a falha concêntrica após 24 h. Proteínas de sinalização celular envolvidas com a síntese proteica (da via Akt/mTOR) mostram-se ativadas em todas condições, quando comparado à situação de repouso.

Enquanto Burd *et al.* [16] analisaram a resposta aguda da síntese proteica muscular em resposta a uma sessão de exercício de força, os efeitos crônicos do treinamento de força em diferentes intensidades e seus efeitos na hipertrofia muscular esquelética ainda não eram bem compreendidos. De forma a preencher essa lacuna, o mesmo grupo de pesquisa avaliou os efeitos de um programa de 12 semanas de treinamento de força utilizando 75-90% de 1RM ou 30-50% de 1RM na hipertrofia e força muscular, com todas as séries sendo realizadas até a falha concêntrica. A massa corporal magra e área de secção transversa das fibras musculares aumentou de forma significativa em resposta ao treinamento, sem diferenças entre as condições. A força muscular mensurada como carga de 1RM aumentou de forma significativa também em ambas as condições e sem diferenças entre elas, com exceção do exercício supino com barra, onde o foi superior no grupo de alta carga. Investigações posteriores [17-20] e o estudo de metanálise conduzido por Schoenfeld *et al.* [21] permitem afirmar que enquanto a utilização de altas cargas (>70% de 1RM) parece promover um estímulo superior para os ganhos de força, o mesmo não se pode afirmar sobre a hipertrofia muscular esquelética.

Outro questionamento frequente diz respeito à necessidade ou não de executar as séries até a falha concêntrica. A falha concêntrica pode ser definida como a incapacidade de realizar uma repetição adicional de determinado exercício com a forma correta. Ou seja, se o praticante não é capaz de continuar realizando determinado exercício sem auxílio externo ou sem a forma correta, ele chegou à falha concêntrica. No meio fitness e do bodybuilding é muito comum a afirmação de que para potencializar as adaptações ao treinamento, ou seja, para maximizar os ganhos de força e hipertrofia muscular, seria necessário realizar os exercícios de força até a falha concêntrica. Mas será que os estudos científicos corroboram tal afirmação? Uma revisão sistemática com metanálise conduzida por Davies *et al.* [22] incluiu 8 estudos que avaliaram essa questão e concluiu que não parece ser necessário realizar as séries até a falha para maximizar os ganhos de força muscular.

Tal meta-análise não avaliou a hipertrofia muscular, mas como apontado por Schoenfeld e Grgic [23], apesar da realização de séries até a falha concêntrica poder fazer parte de um programa de treinamento, não parecem ser necessárias para otimizar a resposta hipertrófica. Salientam, ainda, que especialmente quando se treina com frequência semanal elevada (4 ou mais dias), a inclusão de exercícios realizados até a falha poder impactar negativamente ao prejudicar a recuperação entre as sessões de treinamento. De fato, um dos efeitos deletérios em realizar todas as séries até a falha concêntrica é a redução do volume total da sessão (e conseqüentemente o volume total semanal), quando compa-

rado à condição onde o indivíduo cessa a série antes de alcançar a falha [24,25].

Enquanto a maior parte dos estudos que avaliaram essa questão utilizaram cargas mais elevadas, em geral superiores a 70% de 1RM, estudos recentes aprofundaram a investigação com outros esquemas de carga. Para determinar se com a utilização de baixas cargas deve ser acompanhada da realização das séries até a falha concêntrica para promover hipertrofia muscular, Lasevicus *et al.* [17] submeteram 25 homens destreinados a 8 semanas de treinamento de força em uma de quatro condições: baixas cargas com ou sem falha concêntrica (~34,4 e ~19,6 repetições por série, respectivamente) e altas cargas com ou sem falha concêntrica (~12,4 e ~6,7 repetições por série, respectivamente). Os resultados demonstraram que apesar da força máxima ter aumentado de forma significativa somente com a utilização de altas cargas, a hipertrofia do músculo quadríceps foi similar entre as condições, desde que, quando utilizando baixas cargas, as séries fossem realizadas até a falha concêntrica. Tal estudo empregou indivíduos sem experiência no treinamento de força, mas outros estudos corroboram tais achados mesmo com aqueles que já possuíam experiência prévia com o treinamento [20,26].

Em conclusão, quando se utiliza baixas cargas (30-60% 1RM) a realização das séries até a falha concêntrica parece ser necessária para possibilitar aumentos de força e massa muscular. Quando se usa altas cargas, entretanto, já ocorre um recrutamento das unidades motoras de alto limiar, e o treinamento até a falha não parece trazer um benefício adicional [23,27]. Na verdade, com altas cargas a falha pode ser até mesmo contraproducente, uma vez que pode resultar na redução do volume total de treinamento, maior fadiga, maior tempo de recuperação necessário entre as sessões e até mesmo risco mais elevado para o desenvolvimento do overtraining [23-25].

Treinamento de força com o peso corporal e bandas elásticas

No ambiente doméstico, em geral, o acesso a equipamentos e variedade de pesos e halteres é limitado. Assim, a utilização de cargas menores com halteres leves, o próprio peso do corpo, bandas elásticas ou itens domésticos pode ser uma alternativa válida para gerar resistência em um programa de treinamento de força. Por exemplo, Kikuchi e Nakazato [28] avaliaram os efeitos de um programa de treinamento de força por 8 semanas com frequência de 2 dias/semana utilizando exercício com o peso do próprio corpo (push-ups) com carga proporcional a 40% de 1RM na força e hipertrofia musculares. O treinamento com peso do próprio corpo resultou em aumento significativo da força e espessura dos músculos peitorais e tríceps, sem diferenças quando comparado à realização de supino com barra com a mesma intensidade relativa.

A utilização de bandas elásticas tem sido frequente em conjunto com pesos e halteres no chamado treinamento com resistência variável [29]. Tal método se baseia na utilização de bandas elásticas para alterar a resistência externa durante a execução do exercício durante toda a amplitude de movimento [30]. A utilização de bandas elásticas isoladamente também tem sido estudada, mas a maioria das investigações observaram seus efeitos em populações mais vulneráveis, como idosos ou pacientes em ambiente hospitalar [31-33]. Por exemplo, Orange *et al.* [34] demonstraram que 4 semanas de treinamento de força com exercícios com o peso do próprio corpo e bandas elásticas com frequência semanal de 3 dias resultou em aumento da capacidade funcional em homens de

meia-idade. Entretanto, estudos que avaliaram os efeitos do treinamento utilizando somente bandas elásticas em adultos jovens saudáveis, atletas ou não, são mais escassos.

Um estudo com jovens jogadoras de handebol avaliou o efeito de um programa de treinamento com bandas elásticas por 9 semanas, com frequência semana de 3 dias/semana [35]. O programa consistiu em 6 exercícios envolvendo tronco e membros inferiores e superiores, realizados com 3 séries de 6 a 10 repetições por exercício, com alta velocidade de execução. A potência, velocidade de arremesso e agilidade foram significativamente aprimoradas ao final do programa de treinamento. De forma similar, Mascarin *et al.* [36] demonstraram que o treinamento de força utilizando bandas elásticas por 6 semanas antes do início do treinamento regular de atletas de handebol resultou na melhoria da potência muscular e desempenho do arremesso de bola. Buskard *et al.* [37] desenvolveram um método para determinar a carga ótima de treinamento com bandas elásticas, de forma a ser utilizado para atletas no desenvolvimento da potência muscular. Os autores concluíram que sua utilização pode ser adotada por técnicos e treinadores para melhorar a potência muscular de atletas, especialmente em ambientes onde a utilização de pesos livres e aparelhos não é possível.

Sendo assim, ainda que trabalhos que avaliaram a utilização de exercícios com o peso do próprio corpo ou com o auxílio de bandas elásticas por adultos jovens saudáveis sejam escassos, tal estratégia parece ser efetiva para atenuar ou impedir os efeitos deletérios do destreinamento durante o período no qual o acesso a pesos livres, halteres e aparelhos para treinamento de força é limitado.

Outras considerações

A frequência de treinamento é uma variável importante do programa de treinamento de força. Estudos foram realizados para determinar se há uma frequência semanal ideal para maximizar os ganhos de força e hipertrofia muscular, como sumarizado em meta-análises recentes [38,39]. De forma geral, não parece haver diferenças para a hipertrofia muscular quando o volume total semanal é equalizado. Em outras palavras, os efeitos de se realizar 30 séries de um determinado grupamento muscular em uma semana divididas em 2 ou 3 dias de treino (15 e 10 séries por sessão, respectivamente), parece ser o mesmo. É importante, entretanto, ressaltar que a realização de um grande volume de treinamento em uma sessão irá necessitar de maior período de recuperação. Sendo assim, a adoção de maiores frequências semanais de treinamento pode possibilitar o aumento do volume total de treinamento de forma mais prática que o aumento de séries por sessão. No que se refere à força muscular, maiores frequências de treinamento parecem estar associadas a maiores ganhos, especialmente em indivíduos mais jovens [38]. Considerando a limitação de espaço para prática de exercícios físicos, recomendamos a adoção de alta de frequência de treinamento (>5 vezes/semana) durante o período de distanciamento social, intercalando com exercícios de característica aeróbica, sempre que possível, e com atividades domésticas e de lazer que envolvam o movimento de todo o corpo.

Em meio à situação atual de pandemia da COVID-19, o contato entre as pessoas deve ser evitado. Assim, orientação presencial por profissionais de Edu-

cação Física fica impossibilitada. De qualquer forma, sempre que necessário, especialmente para praticantes iniciantes em programas de treinamento, recomenda-se a adoção de alternativas para a prescrição e orientação ao exercício físico. Um trabalho com adultos de meia-idade (média de 53,6 anos) mostrou que não houve diferenças nos efeitos do treinamento com ou sem supervisão no ambiente doméstico [34]. Importante ressaltar que o grupo não-supervisionado recebeu, no início do programa, instruções presenciais para a realização dos exercícios. O acompanhamento à distância de praticantes que possuem o conhecimento básico sobre exercícios de força pode ser uma alternativa válida e deve ser estimulada quando a presença do profissional no local de treinamento não é possível.

Recomendações gerais

Com base no exposto até aqui, é possível tecer recomendações gerais para a prática do treinamento de força em ambiente doméstico:

- O distanciamento social previne o contato com gotículas provenientes de indivíduos contaminados, ainda que assintomáticos. Sendo assim, não há acesso a ambientes de treinamento fechados, como clubes esportivos e academias. É importante, portanto, a adoção de estratégias complementares de treinamento que possam ser implementadas no ambiente doméstico, de forma a atenuar ou impedir os efeitos deletérios do destreinamento.
- Exercícios com o próprio peso do corpo ou com itens domésticos que podem ser utilizados como carga externa podem ser empregados. Se disponíveis, recomenda-se também a utilização de halteres e bandas elásticas para implementar a carga;
- Na impossibilidade de utilização de altas cargas, a realização de séries até a falha concêntrica deve ser incorporada;
- A postura adequada e técnica de execução correta durante a execução dos movimentos devem ser priorizadas, em especial durante repetições realizadas próximas à falha concêntrica. Quando não for possível realizar mais repetições com a forma correta, a série deve ser interrompida e o repouso proporcionado antes da realização da próxima série.
- Para manutenção da potência muscular movimentos balísticos devem ser incluídos, com ou sem cargas externas;
- A prática de exercícios físicos deve ser realizada na maioria dos dias da semana (>5 dias/semana). Além das sessões de exercício, é importante reduzir ao máximo comportamentos sedentários, buscando atividades domésticas e de lazer que envolvam a movimentação do corpo.
- Atenção especial deve ser dada à alimentação para otimizar as respostas ao treinamento. Recomendações sobre a nutrição estão além do escopo do presente artigo, mas recomenda-se a leitura de artigos específicos sobre o tema [40,41].
- O acompanhamento por profissional de Educação Física capacitado, mesmo que impedido de atuar de forma presencial, é fundamental. Recomenda-se a utilização de meios de comunicação por texto, áudio e vídeo para tal.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (nº 84417625/2018). O financiamento não teve influência na preparação e na publicação do manuscrito.

Referências

1. Huang H, Fan C, Li M, Nie H-L, Wang F-B, Wang H et al. COVID-19: A call for physical scientists and engineers. *ACS Nano* 2020. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c02618>
2. Worldometer - real time world statistics. Worldometer n.d. <http://www.worldometers.info/> [accessed April 13, 2020].
3. Gasmi A, Noor S, Tippairote T, Dadar M, Menzel A, Bjørklund G. Individual risk management strategy and potential therapeutic options for the COVID-19 pandemic. *Clin Immunol Orlando Fla* 2020. <https://doi.org/10.1016/j.clim.2020.108409>
4. Mujika I, Padilla S. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part II: Long term insufficient training stimulus. *Sports Med* 2000;30(3):145-54. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030030-00001>
5. Mujika I, Padilla S. Muscular characteristics of detraining in humans. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(8):1297-303. <https://doi.org/10.1097/00005768-200108000-00009>
6. MacDougall JD, Sale D. *The physiology of training for high performance*. OUP Oxford; 2014.
7. Blocquiaux S, Gorski T, Van Roie E, Ramaekers M, Van Thienen R, Nielens H et al. The effect of resistance training, detraining and retraining on muscle strength and power, myofibre size, satellite cells and myonuclei in older men. *Exp Gerontol* 2020;133:110860. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.110860>
8. Psilander N, Eftestøl E, Cumming KT, Juvkam I, Ekblom MM, Sunding K et al. Effects of training, detraining, and retraining on strength, hypertrophy, and myonuclear number in human skeletal muscle. *J Appl Physiol* 2019;126(6):1636-45. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00917.2018>
9. Kraemer WJ, Koziris LP, Ratamess NA, Hakkinen K, Triplett-Mcbride NT, Fry AC, et al. Detraining produces minimal changes in physical performance and hormonal variables in recreationally strength-trained men. *J Strength Cond Res* 2002;16(3):373-82.
10. Staron RS, Leonardi MJ, Karapondo DL, Malicky ES, Falkel JE, Hagerman FC et al. Strength and skeletal muscle adaptations in heavy-resistance-trained women after detraining and retraining. *J Appl Physiol* 1991;70(2):631-40. <https://doi.org/10.1152/jappl.1991.70.2.631>
11. Rutherford OM, Jones DA. The role of learning and coordination in strength training. *Eur J Appl Physiol* 1986;55(1):100-5. <https://doi.org/10.1007/bf00422902>
12. Gundersen K. Muscle memory and a new cellular model for muscle atrophy and hypertrophy. *J Exp Biol* 2016;219(pt 2):235-42. <https://doi.org/10.1242/jeb.124495>
13. Sharples AP, Stewart CE, Seaborne RA. Does skeletal muscle have an 'epi'-memory? The role of epigenetics in nutritional programming, metabolic disease, aging and exercise. *Aging Cell* 2016;15(4):603-16. <https://doi.org/10.1111/acel.12486>
14. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(3):687-708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>
15. Baechle TR, Earle RW. *Essentials of strength training and conditioning*. Human Kinetics; 2008.
16. Burd NA, West DWD, Staples AW, Atherton PJ, Baker JM, Moore DR et al. Low-load high volume resistance exercise stimulates muscle protein synthesis more than high-load low volume resistance exercise in young men. *PLoS One* 2010;5(8):e12033. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012033>
17. Lasevicus T, Schoenfeld BJ, Silva-Batista C, Barros T de S, Aihara AY, Brendon H et al. Muscle failure promotes greater muscle hypertrophy in low-load but not in high-load resistance training. *J Strength Cond Res* (in press) 2019. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003454>
18. Mitchell CJ, Churchward-Venne TA, West DWD, Burd NA, Breen L, Baker SK et al. Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *J Appl Physiol Bethesda* 2012;113(1):71-7. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00307.2012>
19. Ogasawara R, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Low-load bench press training to fatigue results in muscle hypertrophy similar to high-load bench press training. *Int J Clin Med* 2013;4(20):114-21. <https://doi.org/10.4236/ijcm.2013.42022>
20. Schoenfeld BJ, Peterson MD, Ogborn D, Contreras B, Sonmez GT. Effects of low- vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *J Strength Cond Res* 2015;29(10):2954-63. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000958>
21. Schoenfeld BJ, Grgic J, Ogborn D, Krieger JW. Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res* 2017;31(12):3508-23. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002200>

22. Davies TB, Kuang K, Orr R, Halaki M, Hackett D. Effect of movement velocity during resistance training on dynamic muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2017;47(8):1603-17. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0676-4>
23. Schoenfeld BJ, Grgic J. Does training to failure maximize muscle hypertrophy? *Strength Cond J* 2019;41(5):108-13. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000473>
24. Morán-Navarro R, Pérez CE, Mora-Rodríguez R, de la Cruz-Sánchez E, González-Badillo JJ, Sánchez-Medina L et al. Time course of recovery following resistance training leading or not to failure. *Eur J Appl Physiol* 2017;117(12):2387-99. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3725-7>
25. Zourdos MC, Klemp A, Dolan C, Quiles JM, Schau KA, Jo E et al. Novel resistance training-specific rating of perceived exertion scale measuring repetitions in reserve. *J Strength Cond Res* 2016;30(1):267-75. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001049>
26. Morton RW, Oikawa SY, Wavell CG, Mazara N, McGlory C, Quadrilatero J et al. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. *J Appl Physiol* 2016;121(1):129-38. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00154.2016>
27. Nóbrega SR, Libardi CA. Is resistance training to muscular failure necessary? *Front Physiol* 2016;7(10):10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00010>
28. Kikuchi N, Nakazato K. Low-load bench press and push-up induce similar muscle hypertrophy and strength gain. *J Exerc Sci Fit* 2017;15(1):37-42. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2017.06.003>
29. Joy JM, Lowery RP, Oliveira de Souza E, Wilson JM. Elastic bands as a component of periodized resistance training. *J Strength Cond Res* 2016;30(8):2100-6. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182986bef>
30. Turner A, Comfort P. *Advanced strength and conditioning: an evidence-based approach*. Routledge; 2017.
31. Barbalho M, Coswig VS, Bottaro M, de Lira CAB, Campos MH, Vieira CA et al. "NO LOAD" resistance training increases functional capacity and muscle size in hospitalized female patients: A pilot study. *Eur J Transl Myol* 2019;29(4):8492. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2019.8492>
32. Gómez-Tomás C, Chulvi-Medrano I, Carrasco JJ, Alakhdar Y. Effect of a 1-year elastic band resistance exercise program on cardiovascular risk profile in postmenopausal women. *Menopause* 2018;25(9):1004-10. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001113>
33. Winett RA, Ogletree AM. Evidence-based, high-intensity exercise and physical activity for compressing morbidity in older adults: a narrative review. *Innov Aging* 2019;3(2). <https://doi.org/10.1093/geroni/igz020>
34. Orange ST, Marshall P, Madden LA, Vince RV. Short-term training and detraining effects of supervised vs. unsupervised resistance exercise in aging adults. *J Strength Cond Res* 2019;33(10):2733-2742. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002536>
35. Andersen V, Fimland MS, Cumming KT, Vraalsen Ø, Saeterbakken AH. Explosive resistance training using elastic bands in young female team handball players. *Sports Med Int Open* 2018;2(6):E171-8. <https://doi.org/10.1055/a-0755-7398>
36. Mascarín NC, de Lira CAB, Vancini RL, de Castro Pochini A, da Silva AC, Dos Santos Andrade M. Strength Training using elastic bands: improvement of muscle power and throwing performance in young female handball players. *J Sport Rehabil* 2017;26(3):245-52. <https://doi.org/10.1123/jsr.2015-0153>
37. Buskard AN, Oh J, Eltoukhy M, Brounstein S, Signorile JF. A novel method to determine optimal load in elastic-based power training. *J Strength Cond Res* 2018;32(9):2401-8. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002759>
38. Grgic J, Schoenfeld BJ, Davies TB, Lazinica B, Krieger JW, Pedisic Z. Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2018;48(5):1207-20. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0872-x>
39. Schoenfeld BJ, Grgic J, Krieger J. How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. *J Sports Sci* 2019;37(11):1286-95. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1555906>
40. Morton RW, McGlory C, Phillips SM. Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Front Physiol* 2015;6:245. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00245>
41. Stokes T, Hector AJ, Morton RW, McGlory C, Phillips SM. Recent perspectives regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training. *Nutrients* 2018;10(2):E180. <https://doi.org/10.3390/nu10020180>