

Efeitos do Destreino

Luis Leitão^{1, 2}; João Brito^{2, 3, 4}; Rafael Oliveira^{2, 3, 4}; Ana Pereira^{1, 2}

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal, 2910-761 Setúbal, Portugal

²Centro de Investigação em Qualidade de Vida, 2030-413 Rio Maior, Portugal

³Escola Superior de Desporto de Rio Maior, Instituto Politécnico de Santarém, 2040-413 Rio Maior, Portugal

⁴Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, 5001-801 Vila Real, Portugal

INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população na grande maioria dos países a nível mundial⁴⁰ tem conduzido a um aumento da incidência de incapacidades e lesões acidentais relacionadas à idade, frequentemente causadas por quedas^{6,40}. Nos últimos anos, as evidências científicas reportam que, principalmente em indivíduos mais velhos, estas ocorrências são até certo ponto evitáveis. Especificamente, vários estudos confirmaram que programas de exercícios podem ser eficazes para melhorar a força muscular, o equilíbrio e contribuir para a redução da incidência de quedas em idosos^{27, 33}.

A ausência da prática de exercício em geral e do treino da força em particular impossibilita que os idosos usufruam dos benefícios tangíveis para a saúde da sua prática, incluindo a manutenção da força muscular, das habilidades de equilíbrio e controle postural que são necessárias para prevenir quedas e acidentes. Acresce que a maioria dos programas de exercício oferecidos à população idosa apresentam interrupções periódicas quer por término dos programas de investigação a que estão associados, quer por interrupção sazonal dos programas oferecidos pelas autarquias.

O conceito de destreino (DT) foi descrito na literatura anterior como “a perda completa das adaptações anatómicas, fisiológicas e de desempenho induzidas pelo treino, como consequência da redução ou cessação do treino”¹⁹ e é considerado como um período de interrupção parcial ou total do programa de exercício físico que o idoso realiza. Este período promove readaptações fisiológicas no idoso do que foi adquirido com um programa de exercício, sendo dependente da duração do DT, do tipo de treino realizado, intensidade, volume do treino, grupo muscular envolvido e género do idoso^{10,11, 20-23, 28}. Em particular, o tecido músculo-esquelético, que é altamente dinâmico e que responde a diferentes estímulos principalmente a mudanças na carga mecânica, é o mais afetado com o DT. Consequentemente, o aumento do período de DT afeta diretamente o fenótipo do tecido músculo-esquelético, afetando o seu metabolismo, no que respeita ao anabolismo proteico e às características morfológicas^{1, 25}. Nos idosos acontece também que frequentemente o desuso é provocado por ocorrências como: aparecimento de dor ou de incapacidades causadas por doenças articulares crónicas (artrites, artroses, e outras), quarentenas forçadas (como por exemplo a vivida recentemente com a pandemia de COVID-19), o aparecimento de infeções que forcem o repouso ou à diminuição da atividade. Além disso, as doenças que afetam a saúde mental do idoso como por exemplo a depressão ou doenças neurodegenerativas cerebrais, hospitalizações, recuperação de fraturas ósseas ou imobilizações causadas pelas quedas, são causas comuns forçando também ao repouso ou diminuição da atividade habitual e da atividade física^{17, 18} conduzindo à atrofia muscular^{12, 30}.

A atrofia muscular desempenha um papel significativo em vários aspetos da saúde do idoso e da sua qualidade de vida. A atrofia muscular está frequentemente associada à redução da qualidade de vida, da mobilidade e da autonomia do idoso^{7, 38}. Além disso, o decréscimo da massa muscular devido à atrofia está ligado a uma maior prevalência de diversas doenças crónicas (por exemplo, diabetes mellitus tipo 2, doenças cardiovasculares e depressão) e aumento da mortalidade^{1, 29}.

Se por um lado as adaptações fisiológicas (metabólicas, funcionais, entre outras) constituem um papel fundamental para o desenvolvimento do organismo do idoso que é fisicamente ativo, por outro, o DT pode levar a uma perda de performance que afetará negativamente o desempenho por exemplo nas atividades de vida diária (AVD), visto que o DT poderá provocar declínios na capacidade fisiológica. São diversos os motivos que promovem o DT, entre eles podemos destacar o fim de época do programa de treino, lesão, queda, compromissos familiares, férias de verão e inverno.⁸⁻¹¹

Seguidamente abordaremos o impacto do DT após a prática de vários tipos de treino usados na comunidade para o idoso, como o treino multicomponente (TM) e o treino da força (TF), para verificar quais as alterações que ocorrem na capacidade funcional (i.e. força, equilíbrio, agilidade, capacidade aeróbia e capacidade neuromuscular), nos níveis hemodinâmicos, lipídicos e o impacto que o ácido desoxirribonucleico (ADN) tem com o DT.

1. DESTREINO APÓS TREINO MULTICOMPONENTE

Na comunidade são cada vez mais os locais e entidades que promovem programas de exercício físico para a população idosa, sendo o TM o mais comum. Este tipo de treino resulta da combinação de exercícios aeróbios, de força e de flexibilidade com vista a melhorar a capacidade funcional do idoso e a sua qualidade de vida. Este tipo de treino tem um aspeto muito importante e fulcral, pois promove a socialização dos idosos, o que aumenta a adesão a estes programas e reduz o isolamento, um problema de saúde identificado por inúmeras organizações mundiais para esta faixa etária da população e que afeta a qualidade de vida destes.^{2,3,5,8-10, 20-23}

A maioria dos TM apresentam interrupções ao longo do ano, com duração de 4 a 12 semanas, sendo a do período das férias do verão a mais comum e que envolve um período de cerca de 2/3 meses. Estas interrupções promovem alterações fisiológicas no idoso, quer ao nível da capacidade de produção de força, quer aos níveis cardiorrespiratórios, que se constituem aspetos fulcrais para as AVD.^{3, 8-10, 20-23}

Toraman & Ayceman³⁶ verificaram que após nove semanas de TM (intensidade aeróbia de 50-65% da frequência cardíaca de reserva; intensidade do treino de força de 50-80% 1RM), quatro semanas de DT foram suficientes para provocar nas idosas, com idades entre 60-86 anos, diminuição de todas as componentes da capacidade funcional e que após seis semanas estes declínios aumentaram ainda mais, com especial foco nas capacidades de força (-10.5%), cardiorrespiratória (-4.3%) e na flexibilidade dos membros inferiores (-61.8%).

Após três meses de DT a capacidade funcional também é afetada como vimos em períodos mais curtos, mas quer quatro semanas, quer três meses de DT não são suficientes na maioria das vezes para reverter todos os ganhos obtidos com o TM. Podemos constatar estas situações com vários estudos, quer o idoso apresente alguns fatores de risco da doença cardiovascular (DCV), como a hipertensão, altos valores de triglicédeos e colesterol, quer não apresente.^{3, 20-23} No estudo que envolveu mulheres idosas com idades entre os 60 e 75 anos com valores normais de colesterol total (CT), triglicédeos (TG), glicose (GL), pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD), os três meses de DT provocaram no $VO_{2máx}$ uma quebra de 9.3% e um aumento de 5.1% na frequência cardíaca de repouso²⁰. Noutros estudos, após 9 meses de TM seguidos de três meses de DT, idosas com valores acima do normal de pressão arterial (PA) viram os benefícios obtidos nestas variáveis com o TM serem eliminados pelo destreino, mas o mesmo não ocorreu a nível da capacidade funcional que decresceu, mas manteve uma parte dos benefícios obtidos com o TM²². Corroborando os resultados relativos à pressão arterial e em oposição aos resultados dos testes da capacidade funcional, outro estudo verificou declínios em idosas com elevados valores de pressão arterial após a aplicação de nove meses de TM e de TM combinado com atividades aquáticas seguidos de três meses de DT, nomeadamente os valores de pressão arterial aumentaram e os das capacidades funcionais diminuíram nos testes levantar e sentar da cadeira, teste de agilidade, flexão de antebraços, teste dos 6 minutos a andar e em testes de equilíbrio²⁴. Também idosas com elevados valores de CT e TG viram os benefícios obtidos nestas variáveis com o TM serem reduzidos significativamente, mas comparando com os valores antes da prática do programa de exercício físico o mesmo não ocorreu²⁰. Verificamos assim que o DT não tem a mesma magnitude de impacto na capacidade funcional, no CT e no TG, que tem na PA de idosas com valores acima dos valores identificados como normais nestas variáveis.

A força muscular está interligada com a capacidade de equilíbrio e agilidade, componentes da capacidade funcional e fundamentais para o idoso evitar quedas. Com o DT de três meses estas capacidades são afetadas negativamente, sendo vários os estudos que apresentam um decréscimo de 3.2% a 4% na agilidade de idosos.^{3, 21, 22}

Quando o DT apresenta duração superior a três meses, como por exemplo 12 meses, os efeitos negativos continuam a ocorrer, mas com muito menor intensidade. Num estudo que comparou 3 meses com doze meses de DT verificou-se quer a nível cardiorrespiratório, de força muscular, de agilidade, quer a nível de valores de PA, que os idosos apresentaram após doze meses de DT um decréscimo muito reduzido quando comparado com o que ocorreu após três meses de DT, mostrando que após três meses de DT a capacidade funcional e a PA adaptam-se ao período de inatividade e mantem os seus níveis ao longo dos seguintes 9 meses²³.

Apesar dos programas de TM apresentarem interrupções, estes retomam após o período das férias e continuam a promover benefícios físicos e psicológicos nos idosos^{2, 11, 27}. O estudo de Blasco-Lafarga et al.,³ analisou o efeito da retoma do TM após três meses e meio de DT e o efeito de outro período de DT de três meses e meio após o segundo período de treino de oito meses de TM na capacidade funcional, e verificou que os idosos conseguem obter ganhos absolutos significativos com novo período de TM mas, que os três meses e meio de DT afetam o idoso novamente. Podemos verificar assim que, independente dos valores iniciais antes dos períodos de DT e de os idosos já serem ativos ou não, o DT afeta negativamente a capacidade funcional apesar de não anular os ganhos do exercício quando comparados com os valores iniciais.

2. DESTREINO APÓS TREINO DE FORÇA

O treino de força (TF) é uma metodologia fundamental na promoção de saúde e qualidade de vida no idoso, pois ajuda a atenuar os efeitos negativos do processo de envelhecimento, como a sarcopenia e a diminuição da capacidade funcional^{2, 11}. O TF envolve vários grupos musculares que através de diferentes tipos de prescrição, que têm em conta variáveis como a intensidade da carga com base numa repetição máxima (1RM), o intervalo de recuperação, a amplitude, a velocidade de execução, o número de séries, exercícios, repetições e o número de treinos semanal, pretendem obter ganhos de força máxima (FM), resistência de força (RF) ou potência muscular (PM), capacidades fundamentais para as AVD dos idosos^{2, 10-11, 27, 28, 31, 35, 36}.

Nos idosos após a interrupção dos diferentes tipos de TF surgem diversas readaptações fisiológicas no organismo que, independente do tipo de TF, afetam negativamente a capacidade funcional do idoso. Podemos observar no estudo de Pereira et al.,²⁷ que seis semanas de DT após um período de doze semanas de TF com o objetivo de melhoria da potência muscular (com recurso ao treino baseado na velocidade máxima na ação muscular concêntrica) para os membros inferiores, foram suficientes para reduzir os ganhos a nível de força muscular dinâmica (capacidade mais afetada com o DT), da PM e da capacidade funcional das idosas, mas insuficiente quanto comparado com os valores iniciais antes do treino. O mesmo ocorreu num estudo³⁵ que comparou o efeito de doze semanas de DT após TF de alta intensidade e TF de intensidade moderada, apesar de no TF de alta intensidade os idosos terem apresentada maior redução nos valores de força que os do TF de intensidade moderada.

Em termos de efeitos a longo prazo, é interessante notar os benefícios de um protocolo de TF relatado por Sherk et al.³² na força máxima. Os autores reportam que, após 6 meses de DT, os ganhos com o TF foram melhor preservados nos idosos que efetuaram o programa por um período mais longo (80 vs. 40 semanas de treino). Também no estudo de Van Roie et al.,³⁷ com trinta e seis semanas de TF (três sessões por semana) com cargas elevadas e com cargas baixas seguido de vinte e quatro semanas de DT verificaram que, embora o DT tenha afetado negativamente a capacidade neuromuscular, os benefícios do TF mantiveram-se quando comparados com os valores iniciais. Os autores reportam também que o TF com cargas baixas produz benefícios desde que o volume seja elevado e a fadiga seja voluntária. Esain et al.,⁹ após nove meses de TF seguido de três meses de DT verificou que os benefícios do TF decresceram significativamente e afetaram negativamente a capacidade funcional dos idosos, reforçando a importância da prática regular de exercícios de força para manter a qualidade de vida do idoso.

Bosquet et al.,⁵ na sua meta-análise constatou que a interrupção do TF leva diretamente à diminuição das capacidades físicas do idoso, sendo essa diminuição mais acentuada na força máxima, submáxima, na PM e que quanto maior for o DT maiores são as perdas nestas capacidades. Sakugawa et al.,³¹ com o intuito de analisar o efeito do retomar do TF verificou, que dezasseis semanas de DT após doze semanas de TF levaram à diminuição da capacidade de força dos idosos mas que após novas oito semanas de TF os idosos voltaram a melhorar as suas capacidades de produção de força.

Quando avaliada a influência da intensidade do TF na retenção e perda de força ocorrida durante o um período de destreino, em idosos sem experiência de treino, os resultados sugerem que, após 18 semanas de treino, a interrupção num período de 6 e 20 semanas provoca perda de força. No entanto, apesar de se verificar perda de força, níveis significativos de força são mantidos mesmo após 20 semanas de DT. Os resultados têm implicações importantes para idosos que praticam TF e que podem sofrer DT planeado ou não planeado de até 5 meses¹⁵. Num estudo¹⁰ que envolveu cerca de cem idosos, observou-se o impacto do DT de quatro semanas após quatro tipos de TF, treino de força máxima (FM), treino de potência muscular (PM), treino de resistência de força (RF) e o treino tradicional (TT) (prescrição comum dos estudos científicos – 8 a 12 repetições com intensidade que permita manter esse intervalo de repetições e realizado a velocidade moderada), na capacidade funcional do idoso. Todos os diferentes tipos de TF resultaram em aumentos na capacidade funcional e nos vários tipos de força analisados, mas as quatro semanas de DT foram suficientes para diminuir significativamente estes ganhos no idoso, o que mostra que independente do tipo de TF que os idosos pratiquem, o DT afeta negativamente a força e a capacidade funcional.

3. DESTREINO E GENÉTICA

Uma das características mais significativas do tecido muscular esquelético é sua natureza dinâmica. A sua plasticidade permite a adaptação contínua e a melhoria do desempenho muscular em resposta ao esforço e à tipologia do treino. No entanto, a mudança das características funcionais do músculo e da estrutura do tecido muscular variam em função da resposta adaptativa à ativação do músculo, do sistema nervoso e da reação hormonal¹⁶.

No destreino, a função e a capacidade muscular diminuem rapidamente num curto período de tempo, nomeadamente em diferentes populações como os mais velhos, tendendo a regressar aos valores da força e velocidade de contração referentes ao período pré treino, contrariando assim o fenómeno de adaptação ao treino²⁷. Esta mudança durante o período de destreino ocorre mesmo após um curto período de tempo, por exemplo de 2 semanas, afetando em muito a alteração do desempenho das funções musculares, sendo possível observar uma redução da área de secção transversa do músculo e a diminuição da força muscular. Estas alterações devem-se em parte à mudança da estimulação nervosa e motora e à alteração hormonal¹³.

Por outro lado, a hipertrofia muscular é acompanhada por um aumento no número de mionúcleos. O domínio mionuclear é adquirido por adaptação ao treino de força e correspondem a um componente celular caracterizado pela capacidade de reter informação durante o período de treino e nomeadamente pela aptidão e conservação da memória muscular pela qual o aumento do músculo é promovido no regresso ao treino após um período de destreino. A função da memória muscular no contexto do exercício de força corresponde nomeadamente às adaptações mitocondriais¹⁴. O músculo esquelético é constituído por fibras multinucleadas com alta plasticidade, que respondem a vários tipos de estímulos de sobrecarga e descarga¹⁴. O exercício com carga aumenta os níveis de expressão das miofibrilas sendo que a expressão do peroxissoma 1 α (PGC-1 α) atua como um regulador chave da biogênese mitocondrial, sugerindo a ocorrência das adaptações mitocondriais⁴.

Também Walsh et al.³⁹ a partir do estudo de comparação na capacidade de mobilização das unidades motoras através da análise da expressão do polimorfismo do gene CNTF (Ciliary neurotrophic factor), concluíram que o grupo de participantes onde a mutação do tipo GA estava presente recorreu a um maior número de unidades motoras em resposta à produção de força muscular em comparação com o grupo do tipo GG, demonstrando mais capacidade de mobilização de unidades motoras. Contudo, após o período de destreino ambos os grupos reduziram a produção de força muscular. Assim, apesar das diferenças significativas, os estudos dos polimorfismos genéticos associados a determinado fenótipo contribuem para a melhor adaptação do tipo de treino permitindo a especificidade entre sujeitos.

A performance desportiva e a adaptação ao esforço independentemente do tipo de treino, parece surgir como resultado de influências exógenas, nomeadamente, o tempo de prática em determinado desporto ou o tipo de exercício físico realizado. No entanto, existem algumas coincidências relativas à melhor performance e à adaptação mais eficiente para um determinado resultado. Esta ocorre porque certos indivíduos possuem características metabólicas, anatómicas, funcionais e comportamentais que são especificamente as que melhor se adequam a determinada competência e performance. Assim, há fortes evidências da influência genética sobre o desempenho atlético além da resposta e das adaptações de um programa de exercício físico específico. Os efeitos genéticos e hereditários sobre a resistência e a força muscular, estão amplamente definidos com o estudo de genes associados aos processos adaptativos, como exercício físico e o stress oxidativo.

CONCLUSÕES

O DT é prejudicial para a capacidade funcional, saúde e qualidade de vida do idoso, independentemente do tipo de exercício praticado previamente.

Verificamos que o perfil hemodinâmico e lipídico é afetado quer o DT apresente a duração de 4 semanas, quer apresente mais de 3 meses, sendo que estes efeitos negativos podem estar relacionados com o ganho de peso e IMC e com o retrocesso das adaptações obtidas com o treino a nível muscular e bioquímico. No que respeita ao nível de PA, os efeitos negativos do DT também poderão estar relacionados com o processo de envelhecimento, uma vez que leva a perda de elasticidade das artérias com a idade, promovendo alterações na PAS, através do aumento do trabalho do ventrículo esquerdo e da possível hipertrofia deste ventrículo. Em determinadas situações poderá existir um risco elevado de desenvolvimento de doença coronária.

A nível da capacidade funcional verificamos que ocorre uma diminuição no VO_2 máx e que a perda de força pode ser provocada pelos fatores neurais, uma vez que são responsáveis pelo aumento de força na fase inicial e assim, com a sua não ativação neste período de destreino, podem provocar alterações no comportamento das unidades motoras a nível de sincronização, velocidade e frequência de ativação. Todas estas alterações, negativas para o idoso, estão interligadas com a diminuição do equilíbrio e flexibilidade, o que compromete a sua independência funcional e autonomia.

Assim, concluímos que o DT deve ser evitado independentemente da duração que tenha, quer seja de quatro semanas, quer seja de 12 semanas ou 12 meses, porquanto afeta negativamente a qualidade de vida e saúde do idoso. O exercício físico, quer seja através do TM ou de vários tipos de TF, deve ser realizado de forma regular como forma de promover qualidade de vida e saúde no idoso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Atherton, P. J., Greenhaff, P. L., Phillips, S. M., Bodine, S. C., Adams, C. M., & Lang, C. H. (2016). Control of skeletal muscle atrophy in response to disuse: clinical/preclinical contentions and fallacies of evidence. *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism*, 311(3), E594–E604. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00257.2016>
2. American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(7), 1510–1530. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c>
3. Blasco-Lafarga, C., Cordellat, A., Forte, A., Roldán, A., & Monteagudo, P. (2020). Short and Long-Term Trainability in Older Adults: Training and Detraining Following Two Years of Multicomponent Cognitive-Physical Exercise Training. *International journal of environmental research and public health*, 17(16), 5984. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165984>
4. Bruusgaard, J.C., Johansen, I. B., Egner, I. M., Rana, Z. A., & Gundersen, K. (2010). Myonuclei acquired by overload exercise precede hypertrophy and are not lost on detraining. *The Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 15111–15116.
5. Bosquet, L., Berryman, N., Dupuy, O., Mekary, S., Arvisais, D., Bherer, L., & Mujika, I. (2013). Effect of training cessation on muscular performance: a meta-analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(3), e140–e149. <https://doi.org/10.1111/sms.12047>
6. Campbell, A. J., Reinken, J., Allan, B. C., & Martinez, G. S. (1981). Falls in old age: a study of frequency and related clinical factors. *Age and ageing*, 10(4), 264–270. <https://doi.org/10.1093/ageing/10.4.264>
7. de Santana, F. M., Premaor, M. O., Tanigava, N. Y., & Pereira, R. (2021). Low muscle mass in older adults and mortality: A systematic review and meta-analysis. *Experimental gerontology*, 152, 111461. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111461>
8. Douda, H. T., Kosmidou, K. V., Smilios, I., Volaklis, K. A., & Tokmakidis, S. P. (2015). Community-Based Training-Detraining Intervention in Older Women: A Five-Year Follow-Up Study. *Journal of aging and physical activity*, 23(4), 496–512. <https://doi.org/10.1123/japa.2013-0241>
9. Esain, I., Gil, S. M., Bidaurrezaga-Letona, I., & Rodriguez-Larrad, A. (2019). Effects of 3 months of detraining on functional fitness and quality of life in older adults who regularly exercise. *Aging clinical and experimental research*, 31(4), 503–510. <https://doi.org/10.1007/s40520-018-0990-1>
10. Filho, M. M., Venturini, G., Moreira, O. C., Leitão, L., Mira, P., de Castro, J., Aidar, F. J., Novaes, J., Vianna, J. M., & Caputo Ferreira, M. E. (2022). Effects of Different Types of Resistance Training and

- Detraining on Functional Capacity, Muscle Strength, and Power in Older Women: A Randomized Controlled Study. *Journal of strength and conditioning research*, 36(4), 984–990. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004195>
11. Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. *Journal of strength and conditioning research*, 33(8), 2019–2052. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230>
 12. Gao, Y., Arfat, Y., Wang, H., & Goswami, N. (2018). Muscle Atrophy Induced by Mechanical Unloading: Mechanisms and Potential Countermeasures. *Frontiers in physiology*, 9, 235. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00235>
 13. Hakkinen K, Komi P. V. (1983) Electromyographic changes during strength training and detraining. *Medicine and science in sports and exercise*, 15, 455-60.
 14. Harber, M. P., Konopka, A. R., Udem, M. K., Hinkley, J.M., Minchev, K., Kaminsky, L.A., Trappe, T.A. & Trappe, S. (2012). Aerobic exercise training induces skeletal muscle hypertrophy and age-dependent adaptations in myofiber function in young and older men. *Journal of Applied Physiology*, 113, 1495–1504.
 15. Harris, C., DeBeliso, M., Adams, K. J., Irmischer, B. S., & Spitzer Gibson, T. A. (2007). Detraining in the older adult: effects of prior training intensity on strength retention. *Journal of strength and conditioning research*, 21(3), 813–818. <https://doi.org/10.1519/R-15654.1>
 16. Hoppeler, H. Exercise-induced ultrastructural changes in skeletal muscle. *International journal of sports medicine* 1986;7(4):187-204.
 17. Kirwan, R., McCullough, D., Butler, T., Perez de Heredia, F., Davies, I. G., & Stewart, C. (2020). Sarcopenia during COVID-19 lockdown restrictions: long-term health effects of short-term muscle loss. *GeroScience*, 42(6), 1547–1578. <https://doi.org/10.1007/s11357-020-00272-3>
 18. McKendry, J., Thomas, A., & Phillips, S. M. (2020). Muscle Mass Loss in the Older Critically Ill Population: Potential Therapeutic Strategies. *Nutrition in clinical practice : official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*, 35(4), 607–616. <https://doi.org/10.1002/ncp.10540>
 19. Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: short term insufficient training stimulus. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 30(2), 79–87. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030020-00002>
 20. Leitão, L., Pereira, A., Mazini, M., Venturini, G., Campos, Y., Vieira, J., Novaes, J., Vianna, J., da Silva, S., & Louro, H. (2019). Effects of Three Months of Detraining on the Health Profile of Older Women after a Multicomponent Exercise Program. *International journal of environmental research and public health*, 16(20), 3881. <https://doi.org/10.3390/ijerph16203881>
 21. Leitão, L., Marocolo, M., de Souza, H., Arriel, R. A., Vieira, J. G., Mazini, M., Figueiredo, T., Louro, H., & Pereira, A. (2021). Multicomponent Exercise Program for Improvement of Functional Capacity and Lipidic Profile of Older Women with High Cholesterol and High Triglycerides. *International journal of environmental research and public health*, 18(20), 10731. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010731>
 22. Leitão, L., Marocolo, M., Souza, H., Arriel, R. A., Vieira, J. G., Mazini, M., Louro, H., & Pereira, A. (2021). Can Exercise Help Regulate Blood Pressure and Improve Functional Capacity of Older Women with Hypertension against the Deleterious Effects of Physical Inactivity?. *International journal of environmental research and public health*, 18(17), 9117. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179117>
 23. Leitão, L., Marocolo, M., de Souza, H., Arriel, R. A., Campos, Y., Mazini, M., Junior, R. P., Figueiredo, T., Louro, H., & Pereira, A. (2022). Three-Month vs. One-Year Detraining Effects after Multicomponent Exercise Program in Hypertensive Older Women. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 2871. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052871>
 24. Oliveira, R., Santa-Marinha, C., Leão, R., Monteiro, D., Bento, T., Santos Rocha, R., & Brito, J.P. (2017). Exercise training programs and detraining in older women. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(1), 142-155. doi:10.14198/jhse.2017.121.12
 25. Oikawa, S. Y., Holloway, T. M., & Phillips, S. M. (2019). The Impact of Step Reduction on Muscle Health in Aging: Protein and Exercise as Countermeasures. *Frontiers in nutrition*, 6, 75. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00075>
 26. Papalia, G. F., Papalia, R., Diaz Balzani, L. A., Torre, G., Zampogna, B., Vasta, S., Fossati, C., Alifano, A. M., & Denaro, V. (2020). The Effects of Physical Exercise on Balance and Prevention of Falls in Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of clinical medicine*, 9(8), 2595. <https://doi.org/10.3390/jcm9082595>

27. Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A. J., Costa, A. M., González-Badillo, J. J., & Marques, M. C. (2012). Muscle performance and functional capacity retention in older women after high-speed power training cessation. *Experimental gerontology*, 47(8), 620–624. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2012.05.014>
28. Pescatello, L. S., Buchner, D. M., Jakicic, J. M., Powell, K. E., Kraus, W. E., Bloodgood, B., Campbell, W. W., Dietz, S., Dipietro, L., George, S. M., Macko, R. F., McTiernan, A., Pate, R. R., Piercy, K. L., & 2018 PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE* (2019). Physical Activity to Prevent and Treat Hypertension: A Systematic Review. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(6), 1314–1323. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001943>
29. Rudrappa, S. S., Wilkinson, D. J., Greenhaff, P. L., Smith, K., Idris, I., & Atherton, P. J. (2016). Human Skeletal Muscle Disuse Atrophy: Effects on Muscle Protein Synthesis, Breakdown, and Insulin Resistance—A Qualitative Review. *Frontiers in physiology*, 7, 361. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00361>
30. Rosa, K., Pádua, K., Maldaner, V. Z., Franco de Oliveira, L. V., de Melo, F. X., & Santos, D. B. (2021). Musculoskeletal Consequences from COVID-19 and the Importance of Pulmonary Rehabilitation Program. *Respiration*; international review of thoracic diseases, 100(10), 1038–1040. <https://doi.org/10.1159/000517719>
31. Sakugawa, R. L., Moura, B. M., Orssatto, L., Bezerra, E. S., Cadore, E. L., & Diefenthaler, F. (2019). Effects of resistance training, detraining, and retraining on strength and functional capacity in elderly. *Aging clinical and experimental research*, 31(1), 31–39. <https://doi.org/10.1007/s40520-018-0970-5>
32. Sherk, K. A., Bembien, D. A., Brickman, S. E., & Bembien, M. G. (2012). Effects of resistance training duration on muscular strength retention 6-month posttraining in older men and women. *Journal of geriatric physical therapy* (2001), 35(1), 20–27. <https://doi.org/10.1519/JPT.0b013e3182203c90>
33. Sherrington, C., Fairhall, N. J., Wallbank, G. K., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., Clemson, L., Hopewell, S., & Lamb, S. E. (2019). Exercise for preventing falls in older people living in the community. *The Cochrane database of systematic reviews*, 1(1), CD012424. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012424.pub2>
34. Taaffe, D.R., & Marcus, R. (1997). Dynamic muscle strength alterations to detraining and retraining in elderly men. *Clinical Physiology*, 17, 311–324.
35. Tokmakidis, S. P., Kalapotharakos, V. I., Smilios, I., & Parlavantzas, A. (2009). Effects of detraining on muscle strength and mass after high or moderate intensity of resistance training in older adults. *Clinical physiology and functional imaging*, 29(4), 316–319. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2009.00866.x>
36. Toraman, N. & Ayceman, N. (2005). Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training. *British Journal of Sports Medicine*, 39(8): 565-8.
37. Van Roie, E., Walker, S., Van Driessche, S., Baggen, R., Coudyzer, W., Bautmans, I., & Delecluse, C. (2017). Training load does not affect detraining's effect on muscle volume, muscle strength and functional capacity among older adults. *Experimental gerontology*, 98, 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.07.017>
38. Visser, M., Goodpaster, B. H., Kritchevsky, S. B., Newman, A. B., Nevitt, M., Rubin, S. M., Simonsick, E. M., & Harris, T. B. (2005). Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 60(3), 324–333. <https://doi.org/10.1093/gerona/60.3.324>
39. Walsh S, Kelsey BK, Angelopoulos TJ, Clarkson PM, Gordon PM, Moyna NM, Visieh PS, Zoeller RF, Seip RL, Bilbie S, Thompson PD, Hoffman EP, Price TB, Devaney JM, Pescatello LS. CNTF 1357 G→A polymorphism and the muscle strength response to resistance training. *Journal of applied physiology* 2009;107(4):1235-40.
40. World Health Organization. *World Report on Ageing and Health*; World Health Organization: Luxembourg, 2015; ISBN 9780874216561