

ARTIGO DE PONTO DE VISTA

TREINAMENTO DE FORÇA PARA IDOSOS: UMA SÍNTESE DO POSICIONAMENTO DA *NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION*

STRENGTH TRAINING FOR THE ELDERLY: A SUMMARY OF THE NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION POSITION STATEMENT

ENTRENAMIENTO DE FUERZA PARA PERSONAS MAYORES: RESUMEN DE LA DECLARACIÓN DE POSICIÓN DE LA *NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION*

Maurício Silva da Costa  

Bolsista CAPES. Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil
E-mail: mauriciocostafisioterapia@gmail.com

Wellington Danilo Soares  

Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil
E-mail: wellington.soares@unimontes.br

Frederico S. Mansur Machado  

Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil
E-mail: frederico.machado@unimontes.br

Vinicius Dias Rodrigues  

Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil
E-mail: vinicius.rodrigues@unimontes.br

Renato Sobral Monteiro-Junior.  

Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, Minas Gerais, Brasil
E-mail: renato.monteiro@unimontes.br

Data de Submissão: 14/01/2022 **Data de Publicação:** 28/02/2024

Como citar: COSTA, M. S.; SOARES, W. D.; MACHADO, F. S. M.; RODRIGUES, V. D; MONTEIRO JUNIOR, R. S. Treinamento de força para idosos: uma síntese do posicionamento da national strength and conditioning association . **Revista Eletrônica Nacional de Educação Física**, v. 15, n. 23, jun. 2024. <https://doi.org/10.46551/m2024152300081>

Resumo

O posicionamento da *National Strength and Conditioning Association* (NSCA) (Fragala *et al.*, 2019) apresenta um estado da arte da literatura relevante atual e fornece recomendações baseadas em evidências para a prescrição do treinamento resistido para idosos. Baseado nisso, o presente *Point of View* sintetiza e divulga em português o posicionamento da NSCA para a implementação de boa prática baseada em evidência, de modo a ser utilizada por profissionais do movimento humano.

Palavras-chave: Exercício resistido. Idoso. Exercício. Treinamento resistido.

Abstract

The statement of National Strength and Conditioning Association (NSCA) (Fragala *et al.*, 2019) presents a state of the art of current relevant literature and provides evidence-based recommendations for prescription of resistance training for older

adults. Based on this, this Point of View summarizes and disseminates in Portuguese the NSCA's position for the implementation of evidence-based practice, to be used by human movement professionals.

Key-Words: Resistance exercise. Elderly. Exercise. Strength training.

Resumen

El posicionamiento de la National Strength and Conditioning Association (NSCA) (Fragala et al., 2019) presenta un estado del arte de la actual literatura relevante y proporciona recomendaciones basadas en evidencia para prescribir entrenamiento de resistencia para adultos mayores. Con base en esto,, este Point of View resume y difunde en portugués la posición de la NSCA para la implementación de buenas prácticas basadas en evidencia, para ser utilizadas por los profesionales del movimiento humano.

Palabras-clave: Ejercicio de resistência. Personas mayores. Ejercicio. Entrenamiento de fuerza.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento é acompanhado de mudanças biológicas naturais da idade que podem contribuir para uma diminuição da massa muscular, da força e função, levando a uma redução geral da resiliência fisiológica (habilidade de tolerar e se recuperar de fatores estressores) e vulnerabilidade a eventos catastróficos, possibilitando perda da independência, incapacidade física, quedas e piora na qualidade de vida (Lally & Crome, 2007; Bem-Shlomo *et al.*, 2016). Estratégias para prevenir e tratar tais complicações são importantes e, nesse sentido, o treinamento com exercícios resistidos – especialmente quando regular (2-3x/semana), com adequada periodização, intensidade (70-85% de 1RM) e volumes (2-3 séries/exercício) –, apresenta-se como uma potencial ferramenta no combate a fraqueza muscular e fragilidade física do idoso, além disso, mostra benefícios atenuando infiltração adiposa intramuscular, melhorando performance física, função neuromuscular, capacidade funcional, trofismo, qualidade muscular, densidade óssea, independência funcional, reduzindo risco de quedas e fraturas, melhorando funções cognitivas, bem-estar psicológico e qualidade de vida (Fiatarone *et al.*, 1994; Goodpaster *et al.*, 2008; Häkkinen *et al.*, 2002; Evans, 2002; Davidson *et al.*, 2009; DE Vreede *et al.*, 2007; Cassilhas *et al.*, 2010; Seguin & Nelson, 2003).

Considerando esse cenário, a *National Strength and Conditioning Association* (NSCA) busca, através de uma visão geral da literatura relevante atual, avaliar programas de exercício e possibilitar recomendações baseadas em evidências para uma abordagem unificada na implementação do treinamento resistido para idosos, de modo a minimizar ou prevenir barreiras para tal prática. Para isso, os autores se valeram do escopo de uma revisão de literatura, sem avaliar a força das evidências

coletadas, seguindo os critérios de inclusão: 1) artigos publicados na íntegra; 2) publicações revisadas por pares; 3) anos de publicação (1965-2018); 4) publicações em língua inglesa; 5) estudos com indivíduos com 50 anos ou mais; 6) alocação aleatória nos grupos intervenção; 7) existência de um grupo comparação e; 8) uso de ferramentas validadas para medidas de desfechos. As evidências incluídas foram resumidas numa lista de 11 aspectos sobre o treinamento resistido para idosos, apresentados em quatro partes: variáveis do programa de treinamento resistido para idoso; adaptações fisiológicas positivas; benefícios funcionais e; considerações sobre fragilidade, sarcopenia ou outras condições crônicas (Fragala *et al.*, 2019).

O objetivo do presente *Point of View* é sintetizar o posicionamento da NSCA em português, fornecendo a divulgação e implementação de informação científica na prática de profissionais do movimento humano.

Síntese das evidências

Parte 1: Variáveis do programa de treinamento resistido

1.1 Um programa de treinamento resistido adequadamente planejado deve conter instruções para uma apropriada técnica de execução e detecção se o exercício é seguro para idosos, seja ele saudável, frágil ou com alguma comorbidade.

Apesar das evidências mostrarem que o treinamento resistido é seguro para idosos, fatores como a seleção de exercícios, posicionamento ou técnica desfavorável e má gestão de carga de trabalho (carga e repetições) podem favorecer o surgimento de lesões. É interessante então, considerar no planejamento e execução do treinamento da devida intensidade e progressão, a *expertise* do indivíduo, bem como os riscos associados a condições especiais que o idoso assistido venha a ter (Kolber *et al.*, 2010; Penninx *et al.*, 2001; Sousa *et al.*, 2014).

O treinamento resistido deve ser prescrito em combinação com o treinamento aeróbico, já que ambos beneficiam os idosos de maneiras distintas, como na melhora de funções neuromusculares e cardiovasculares, respectivamente, além de contribuírem para menor taxa de mortalidade para todas as causas nesses indivíduos (CAdore *et al.*, 2013b; Ruiz *et al.*, 2008).

Apesar da segurança desse tipo de programa de treinamento, algumas contraindicações absolutas e relativas devem ser consideradas e o encaminhamento para alguma especialidade médica pode ser necessário. Entre as contraindicações

absolutas estão: doença cardíaca coronariana instável, insuficiência cardíaca descompensada, arritmias não controladas, hipertensão severa da artéria pulmonar (pressão média da artéria pulmonar $>55\text{mmHg}$), estenose aórtica severa e sintomática, miocardite aguda, endocardite ou pericardite, hipertensão descontrolada ($>180/110\text{mmHg}$), dissecação aórtica, síndrome de Marfan, treinamento de alta intensidade (80-100% de 1RM) em pacientes com retinopatia proliferativa ativa ou retinopatia diabética não proliferativa moderada ou pior. Já as contraindicações relativas (necessário avaliação médica antes) são: fatores de risco maiores para doença cardíaca coronariana, diabetes em qualquer idade, hipertensão descontrolada ($>160\text{mmHg}$ para pressão sistólica e/ou $>100\text{mmHg}$ para pressão diastólica), capacidade funcional baixa (<4 equivalentes metabólicos), limitações musculoesqueléticas e indivíduos que usam marcapasso ou desfibriladores (CDC, 2012; Ghadieg & Saab, 2015; Whelton *et al.*, 2018).

1.2 Um programa de treinamento resistido para idosos deve incluir uma abordagem individualizada e personalizada, trabalhando 2-3 séries de 1-2 exercícios multiarticulares por grupo muscular, atingindo intensidade de 70-80% de 1RM, 2-3 vezes por semana, incluindo exercícios de potência, executados com movimentos concêntricos em alta velocidade, com intensidade moderada (40-60% de 1RM).

1.2.1. Intensidade

Mesmo em idosos com fragilidade, o treinamento resistido em alta intensidade (70 - 85% de 1RM) parece otimizar os ganhos de força, enquanto para atingir mudanças na morfologia muscular e na performance funcional, mesmo uma intensidade leve a moderada (50-70% de 1RM) pode ser útil, sendo então importante considerar a intensidade na periodização do treinamento (ACSM, 2009; Steib *et al.*, 2010; Borde *et al.*, 2015).

1.2.2 Volume

Em fases iniciais do treinamento resistido, o número de séries por exercício não parece ser a variável primária responsável pela melhora da força muscular em idosos. Uma prescrição de 2-3 séries de 6-12 repetições a 50-85% de 1RM por grupo muscular deve potencializar os ganhos de força e trofismo. Vale ressaltar que, o número de repetições depende da intensidade usada, portanto, deve ser ajustada de acordo, evitando repetições até a falha, já que isso não promove otimização na

adaptação neuromuscular de idosos. Um exercício multiarticular deve ser prescrito para grupos musculares maiores, embora membros inferiores se beneficiem de 2 exercícios (ex. *leg press* e extensão de joelho) (Galvao & Taaffe, 2005; Radaelli *et al.*, 2014; Peterson *et al.*, 2010; Borde *et al.*, 2015; Da Silva *et al.*, 2018).

1.2.3 Frequência

Uma frequência de treinamento de 2-3 vezes por semana, por grupo muscular, parece maximizar a melhora da força e tamanho muscular em idosos (STEIB *et al.*, 2010; BORDE *et al.*, 2015). Entretanto, de acordo com o nível de treinamento, mais sessões semanais podem ser adicionadas ao programa.

1.2.4 Velocidade de movimento e potência

Apesar de haver uma discordância na literatura entre a magnitude das adaptações neuromusculares induzidas pelo treinamento resistido tradicional (em alta intensidade), exercícios de potência com movimentos concêntricos em alta velocidade e intensidade moderada (40-60% de 1RM) parecem trazer benefícios adicionais na capacidade funcional. Sendo assim, ambos os tipos de treinamento devem ser incluídos na periodização do programa de treinamento resistido (Ramirez-Campillo *et al.*, 2014; Bean *et al.*, 2009; Bottaro *et al.*, 2015; Cadore *et al.*, 2014; De Vos *et al.*, 2005).

1.2.5 Maximizar adaptações na força e resistência cardiorrespiratória

Um treinamento concorrente, ou seja, que combina força, potência e *endurance* parece ser uma estratégia benéfica para idosos, não apenas por minimizar declínios naturais do envelhecimento (força, trofismo, capacidade cardiorrespiratória e funcional, etc.), como também para prevenir e controlar doenças cardiometabólicas. Um protocolo de treinamento concorrente deve ser feito 2-3 vezes por semana – em idosos destreinados, baixa frequência (1 sessão de força por semana e 1 sessão de *endurance* por semana, como bicicleta) pode promover mudanças neuromusculares e cardiovasculares. No caso do treinamento de força e *endurance* serem feitos no mesmo dia, mudanças na força muscular devem ser otimizadas se o treinamento de força for feito antes dos exercícios de *endurance*, durante as sequências de exercícios intra-sessão (Kraemer *et al.*, 1988; Cadore *et al.*, 2014; Fyfe *et al.*, 2014; Nader, 2006; Izquierdo *et al.*, 2004).

1.2.6 Movimento funcional

O treinamento funcional melhora o desempenho em atividade de vida diária

através do treinamento de movimentos específicos, em que os exercícios executados requerem padrões de movimento semelhantes aos do dia a dia (movimentos multiarticulares, complexos e dinâmicos). Sendo assim, é recomendado que o programa de treinamento inclua – considerando aspectos individuais sobre habilidade do indivíduo, intensidade e amplitude de movimento – treinamento funcional e de equilíbrio dinâmico, combinado com treinamento resistido dinâmico, para melhora da capacidade física e prevenção de declínio funcional em idosos, além de melhora na força muscular, potência e *endurance* (Sequin & Nelson, 2003; Boshuizen *et al.*, 2005; Keysor, 2003; Liu *et al.*, 2014; Skelton *et al.*, 1995).

1.3 Programas de treinamento resistido para adultos devem seguir os princípios da individualização, periodização e progressão

De modo geral, um programa de treinamento com resistência para idosos segue os mesmos princípios estabelecidos para populações mais jovens, mas a individualização pode ser ainda mais importante para idosos. Os programas de treinamento devem monitorar e considerar características individuais sobre o estado físico, psicológico, condições médicas e/ou qualquer comorbidade, questões ortopédicas, de mobilidade e/ou tolerância à modalidade de treinamento (*endurance*, força, potência e/ou funcional), para atender as necessidades em saúde e/ou metas de condicionamento físico do indivíduo ao longo do tempo (Lacroix *et al.*, 2017).

Para além dos aspectos discutidos para outras variáveis, esse tópico acrescenta que o tempo de descanso entre séries e exercícios deve variar de 1,5 a 3min, porém a tolerância ao protocolo deve ser considerada para a progressão, livre de sintomas (sem náusea ou tontura, por exemplo) (ACSM, 2009).

A seleção de exercícios deve determinar qual musculatura pode se beneficiar mais de força potência e resistência muscular local. Variáveis agudas devem ser consideradas no planejamento do treinamento, bem como sua progressão, novamente, baseando-se na tolerância do idoso à carga de trabalho e na recuperação ótima (Hunter *et al.*, 2001).

Parte 2: Adaptações fisiológicas positivas no treinamento com exercícios resistidos para idosos

2.1 Um programa de treinamento resistido pode contrapor mudanças relacionadas à idade, na função contrátil, atrofia e morfologia do sistema musculoesquelético do idoso.

O treinamento resistido pode favorecer o aumento de massa magra em idosos, onde maiores valores de treino apresentam melhores resultados, não só com aumento

do tamanho do músculo (medida transversal do músculo), como também no tamanho de cada fibra muscular, causando mudanças na função contrátil, hipertrofia e morfologia do sistema musculoesquelético dessa população (Peterson *et al.*, 2011; Kryger & Andersen, 2007; Ivey *et al.*, 2000; Häkkinen *et al.*, 2001; Raue *et al.*, 2009).

2.2 Um programa de treinamento devidamente planejado e implementado pode melhorar a força muscular, potência muscular e função neuromuscular de idosos

2.2.1 Força muscular

Um programa de treinamento resistido pode contribuir para mitigar os efeitos da sarcopenia (perda de massa muscular relacionada a idade), conferindo melhora na forma muscular mesmo naqueles com idade muito avançada (>85 anos). O ganho de força nos idosos em resposta ao treinamento resistido é dependente da duração, intensidade e volume de treinamento (Peterson *et al.*, 2010; Beneka *et al.*, 2005; Holviala *et al.*, 2006; Kalapotharakos *et al.*, 2007; Lovell *et al.*, 2010; Miszko *et al.*, 2003; Morse *et al.*, 2005).

2.2.2 Potência muscular

O treinamento resistido em alta velocidade pode ser mais eficiente na melhora da potência muscular quando comparado ao treinamento resistido tradicional (em velocidade baixa). Esse aspecto se faz importante, já que declínios na potência muscular parecem estar mais fortemente associados com limitações funcionais do que a força muscular em idosos (Steib *et al.*, 2010; Straight *et al.*, 2016).

2.2.3 Taxa de desenvolvimento de força

Essa é uma medida da força explosiva ou rápida, que é comumente derivada do aumento inicial da força/torque durante uma Contração Voluntária Máxima (CVM) isométrica. A taxa de desenvolvimento de força é o período de tempo em que as pontes cruzadas de actina e miosina levam para se formar e gerar a contração muscular. Estudos sugerem que essa medida é mais importante para a função física e redução do risco de quedas em idosos do que a força muscular máxima apenas, já que seu declínio apresenta ser maior com a idade. O treinamento resistido, em idosos, parece melhorar esse aspecto para membros superiores e inferiores (Gerstner *et al.*, 2017; klass *et al.*, 2008; Thompson *et al.*, 2014; Bento *et al.*, 2010; Palmer *et al.*, 2015;2017).

2.2.4 Ativação muscular

Com o envelhecimento, parece haver uma diminuição na ativação muscular voluntária de músculos agonistas, enquanto a ativação de músculos antagonistas aumenta. As evidências são mistas quanto aos efeitos do treinamento sobre essa coativação, porém é sugerido que o treinamento resistido diminua a coativação da musculatura antagonista de idosos que tinham elevada coativação prévia (Bilodeau *et al.*, 2001; Jakobi & Rice, 2002; Morse *et al.*, 2004; Yue *et al.*, 1999; Macaluso *et al.*, 2002).

2.2.5 Arquitetura muscular

Alguns estudos sugerem que o envelhecimento é acompanhado de mudanças na arquitetura muscular (seja no comprimento do fascículo e/ou no ângulo de penação). Em contrapartida, o treinamento resistido crônico parece mitigar esses efeitos do avançar da idade (Narici *et al.*, 2003; Tomlinson *et al.*, 2014; Stenroth *et al.*, 2012; Karamanidis & Arampatzis, 2006; Suett *et al.*, 2008).

2.2.6 Inflamação crônica

O envelhecimento é comumente acompanhado por inflamação crônica, o que pode estar associado à perda de massa muscular e função. Há uma relação inversa entre o nível de atividade física e inflamação (elevação na concentração plasmática de proteína C-reativa), sugerindo que treinamentos com alto número de exercícios (>8), alta frequência semanal (3 dias/semana) e longo período (≥ 12 semanas) reduzem a inflamação (proteína C-reativa e TNF- α circulantes) (Franceschi & Campisi, 2014; Nicklas & Brinkley, 2009; Penninx *et al.*, 2004; Calle & Fernandez, 2010; Sardeli *et al.*, 2018).

2.2.7 Treinamento resistido ao longo da vida

Apesar dos declínios relacionados à idade, idosos que praticam treinamento resistido ao longo da vida preservam a massa muscular, potências, força e função. Há estudos que mostram que atletas máster de levantamento de peso com 85 anos de idade tinham a potência muscular compatível à idosos de 65 anos do grupo controle, sugerindo uma vantagem de 20 anos devido ao treinamento resistido ao longo da vida. Idosos que treinaram força ao longo da vida tinham características musculares (torque isométrico máximo, velocidade de movimento, área de secção transversa, tensões específicas e conteúdo de isoformas de miosina e tropomiosina) similares à adultos 40 anos mais jovens. Em adição, alguns estudos mostram que idosos previamente sedentários, que praticaram treinamento resistido por um ano, tiveram melhores valores de força 7 anos após um período sem treinamento, quando comparados ao

grupo controle de mesma idade (Borde *et al.*, 2015; Aagaard *et al.*, 2007; Pearson *et al.*, 2002; Uhjem *et al.*, 2016; Klitgaard *et al.*, 1990).

2.3 Adaptações do treinamento resistido em idosos são mediadas por fatores neuromusculares, neuroendócrinos e hormonais

2.3.1 Neuromusculares

Uma das principais adaptações ao exercício resistido em idosos é a melhora no domínio neuromuscular, diretamente relacionada à aplicação de carga no músculo; esse mecanismo possibilita ganhos na força ainda em fases iniciais de treinamento, que podem acompanhar aumento no tamanho muscular a partir da melhora da função neural, desfechos que marcam mudanças adaptativas (Moritani & Devries, 1980).

Destarte, o envelhecimento impacta a função da unidade motora, seja pela perda apoptótica com a idade ou pelo desuso, conseqüentemente afetando a força. Apesar dessa perda de unidades motoras, idosos são capazes de ativar completamente os músculos durante treinamento, portanto, a fraqueza muscular que acompanha o envelhecimento não parece ser causada por falha na ativação muscular relativa (Hunter *et al.*, 2016; Nelson *et al.*, 1984; Doherty *et al.*, 1993;1993; Phillips *et al.*, 1992).

Nesta perspectiva, o treinamento resistido mitiga a taxa e magnitude dos declínios no sistema neuromuscular causados pelo envelhecimento, produzindo várias mudanças neurológicas, incluindo aumento na ativação nervosa central e aumento na amplitude máxima de atividade eletromiográfica (EMG) resultando em maior magnitude de atividade neuromuscular, melhora na taxa de desenvolvimento de força/torque, na frequência máxima de disparo do neurônio motor, no controle motor fino, na ativação muscular agonista e coativação muscular antagonista, na firmeza de força e redução nas influências inibitórias espinhais (Aagaard *et al.*, 2010; Frontera *et al.*, 2000; 2017; Shinohara, 2011).

2.3.2 Hipertrofia

O treinamento resistido é uma maneira viável de melhorar força, estrutura e função, além de aumentar o tamanho muscular e apresentar efeitos adaptativos nas características estruturais de músculos e tendões, pelo aumento da rigidez e função. De modo geral, o treinamento resistido pode melhorar e atenuar a magnitude e taxa dos declínios nas estruturas neuromusculares e funções afetadas pelo envelhecimento (Cadore & Izquierdo, 2013; 2014; Conlon *et al.*, 2017; Galvao *et al.*, 2005; Hurley *et al.*,

2011; Macaluso & De Vito, 2004; Narici *et al.*, 2004; Phillips, 2007; Reeves *et al.*, 2006).

2.3.3 Adaptações endócrinas

O sistema endócrino tem papel vital na sinalização de hormônios em resposta ao exercício resistido. Concentrações ou mudanças hormonais, como resposta ao exercício, se relacionam com mudanças na força, tamanho e anabolismo muscular, mas como esses sinais são mediados a nível celular, ainda precisam ser elucidados. Porém, o treinamento resistido parece influenciar algumas adaptações endócrinas, como aumento na produção de testosterona circulante em homens e aumento nas concentrações em repouso de IGF-I, como resultado de treinamento periodizado e pesado (80% de 1RM) (Kraemer & Ratamness, 2005; 1988; Diamanti-Kandarakis *et al.*, 2017; Schoenfeld, 2013; Spiering *et al.*, 2008; Vingren *et al.*, 2010; Craig *et al.*, 1989; Häkkinen & Pakarinen, 1994; Janssen, 2016; Gaffey *et al.*, 2016; Borst *et al.*, 2001; Cassilhas *et al.*, 2010; Hameed *et al.*, 2004; Tsai *et al.*, 2015; Bodart *et al.*, 2015).

Parte 3: Benefícios funcionais do treinamento com exercício resistidos para idosos

3.1 Um programa de treinamento resistido pode melhorar mobilidade, funcionalidade física, performance em atividades da vida viária e preservar a independência do idoso

A função física está relacionada com força muscular e potência, considerando que esses desfechos entram em declínio com o envelhecimento, fazem-se necessárias intervenções para manter/melhorar a força e potência nos idosos, para garantir independência nas tarefas de vida diária (Foldvari *et al.*, 2000). Atividade física e exercício se mostram alternativas para diminuir a incapacidade, preservar qualidade de vida, restaurar e prolongar a independência funcional de idosos, onde altos níveis de exercício promovem melhor função nas tarefas de vida diária (Bray *et al.*, 2016; Spirduso & Cronin, 2001; Ku *et al.*, 2016). Independentemente do tipo e quantidade de exercício, exercícios multimodais (resistência, aeróbico, funcional e equilíbrio) parecem ter um amplo efeito na melhora da força muscular, equilíbrio e função física (Liu *et al.*, 2017), enquanto exercícios resistidos resultam em ganhos mais consistentes em tarefas funcionais e melhora na qualidade de vida (De Vreede *et al.*, 2007; Papa *et al.*, 2017; Topp *et al.*, 2005), especificamente atenuando mudanças relacionadas à mobilidade e garantindo mais velocidade na marcha, melhor equilíbrio estático e dinâmico e redução no risco de quedas (Papa *et al.*, 2017).

Embora a prescrição de exercício para melhorar função nas atividades de vida diária necessite de uma avaliação para contemplar necessidades individuais, pesquisas têm indicado que os idosos devem praticar exercício de 2-3 vezes por semana, usando grupos musculares maiores, por 30-60 minutos, com 2 minutos de descanso entre séries (Bray *et al.*, 2016; Ku *et al.*, 2016; Papa *et al.*, 2017).

3.2 Um programa de treinamento bem desenhado pode aumentar a resistência à lesão e eventos catastróficos, como quedas

Incapacidade física e fragilidade podem aumentar a susceptibilidade a eventos catastróficos. Quedas podem ser um desses eventos para idosos, resultando em lesões graves e fraturas, sendo consideradas, também, como maior causa de incapacidade e dor crônica (Ahtiainen *et al.*, 2016; Campbell *et al.*, 1989; Frontera *et al.*, 1991; Mühlberg & Sieber, 2004; Rantanen *et al.*, 1999). Intervenções com exercícios com multicomponentes podem reduzir a incidência de quedas e, conseqüentemente, prevenir incapacidade, morbidade e morte (Barnett *et al.*, 2003; Cadore *et al.*, 2014; 2013; Freiburger *et al.*, 2012; Hauer *et al.*, 2001; Larsson, 1982); podendo reduzir a taxa de quedas em 21% (Sherrington *et al.*, 2017), bem como contribuir para redução do medo de cair (Kendrick *et al.*, 2014). Programas de treinamento com exercícios resistidos – incluindo exercícios com peso livre e máquina para o corpo todo e exercícios em cadeia cinética fechada (agachamento, por exemplo) – são efetivos para melhorar o equilíbrio estático (Gonzalez *et al.*, 2014). É interessante, também, que esses programas desafiem o equilíbrio com exercícios que exijam ficar em pé com os pés juntos e/ou em uma perna, apoio mínimo das mãos e movimentos controlados do centro de massa, mas não andar, já que demonstraram bons efeitos na prevenção de quedas (Sherrington *et al.*, 2008).

3.3 Um programa de treinamento resistido pode ajudar a melhorar o bem-estar psicológico de idosos

As desordens psicológicas e de humor mais comuns entre idosos são demência, depressão e doença de Alzheimer (Plassman *et al.*, 2007; Steffens *et al.*, 2009). Tais condições parecem estar inter-relacionadas, a depressão, por exemplo, está associada com prejuízo na função, aumento da morbimortalidade e demência (Steffens *et al.*, 2009), bem como uma relação com sedentarismo, onde estilos de vida sedentários aumentam o risco de surgimento dessa desordem.

Programas de exercícios resistidos são efetivos em diminuir os níveis e

depressão em idosos na comunidade e naqueles que residem em instituições de longa permanência (Tapps *et al.*, 2013; Kekalainen *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2005). Esses programas mostram efeito similar a tratamentos farmacológicos padrão para depressão e parecem mitigar problemas comportamentais (como distúrbios sociais, dificuldade de comunicação, autocuidado e confusão) associados a estágios avançados de demência (Chen *et al.*, 2017). Além disso, mostram-se interessantes para outras condições comportamentais e psicológicas, promovendo melhora no humor, na confusão mental e na raiva; redução no traço de ansiedade, melhora na qualidade do sono, redução na tensão, melhora no vigor, percepção espacial/visual e tempo de reação, além da melhora na autonomia (Cassilhas *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2017; Zanuso *et al.*, 2012; Mclafferty *et al.*, 2004; Tsutsumi *et al.*, 1997;1998; SINGH *et al.*, 2005; Fragala *et al.*, 2016).

De modo geral, o treinamento resistido (2-3 vezes por semana), em intensidade moderada-alta, melhora vários aspectos psicossociais e do humor em idosos (Kekalainen *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2005; Tsutsumi *et al.*, 1997).

Parte 4: Considerações sobre fragilidade, sarcopenia e outras condições crônicas

4.1 Programas de treinamento resistido podem ser adaptados para idosos com fragilidade, limitações de mobilidade, prejuízos cognitivos ou outras condições crônicas

4.1.1 Fragilidade

Fragilidade é uma síndrome relacionada ao envelhecimento, caracterizada por um declínio na reserva funcional biológica e na resistência a estressores, por mudanças em vários sistemas fisiológicos, causando aumento na vulnerabilidade a piores desfechos (incapacidade, morte por queda e hospitalização) de estressores menores (Cambell & Bunchner, 1997; Rockwood & Mitnitski, 2007; Rodriguez-Mañas & Fried, 2015). A fragilidade tem maior prevalência entre aqueles indivíduos acima de 65 anos (prevalência aumenta com a faixa etária) e é o maior fator de risco para incapacidade entre idosos (Bandeem-Roche *et al.*, 2006; Fried *et al.*, 2001; Garcia-Garcia *et al.*, 2011; Xue, 2011). Abrange mudanças que são associadas ao envelhecimento, estilo de vida, doenças crônicas e interação entre esses fatores (Bergman *et al.*, 2007; Weiss, 2011). O principal fator fisiopatológico associado a síndrome de fragilidade é a perda de força e massa muscular em consequência do envelhecimento (Morie *et al.*, 2010; Theou *et al.*, 2010), portanto, a inatividade física parece ser um fator importante que se relaciona à fragilidade (Rodriguez-Mañas &

Fried, 2015).

O treinamento resistido parece ser bem tolerado entre idosos com fragilidade e pode ajudar a restaurar a função física (CADORE *et al.*, 2014; Fiatarone *et al.*, 1994; Hauer *et al.*, 2001; Lopez *et al.*, 2018; Serra-Rexach *et al.*, 2011). As recomendações do programa de treinamento parecem seguir uma frequência de 3 vezes por semana, com 3 séries de 8-12 repetições e intensidade inicial de 20-30% de 1RM (podendo progredir até 80% de 1RM), resultando em efeitos positivos na velocidade da marcha, habilidade de subir escadas, níveis gerais de atividade física e ganhos na força e potência muscular (Cadore *et al.*, 2014;2013; Fiatarone *et al.*, 1994; Lopez *et al.*, 2018; Serra-Rexach *et al.*, 2011). Além disso, é possível otimizar a capacidade funcional do idoso incluindo no programa de treinamento uma familiarização a exercícios comuns do dia a dia (como sentar-levantar), utilizando o próprio peso corporal do indivíduo (Cadore *et al.*, 2014); bem como, com a devida periodização, incorporar exercícios com movimentos em alta velocidade (Brown *et al.*, 1990; Ramirez-Campillo *et al.*, 2014), já que combinar componentes de condicionamento físico (força, *endurance* e/ou equilíbrio) parece gerar mais ganhos na capacidade funcional do que programas de treinamento com um tipo único de exercício (Cadore *et al.*, 2013; Lord *et al.*, 2003; Villareal *et al.*, 2011; Sherrington *et al.*, 2008; Taylor *et al.*, 2012).

4.1.2 Limitações na mobilidade

Limitações na mobilidade são decorrentes de condições físicas de diferentes etiologias, como condições congênitas (paralisia cerebral e distrofia muscular, por exemplo), adquiridas (como lesão medular e amputação de membro inferior) ou como consequência gradual da fragilidade relacionada ao envelhecimento e, independente da etiologia, geram impactos negativos na saúde, como má qualidade de vida, maior risco de desenvolver doenças crônicas e mortalidade prematura (Motl & Mcauley, 2010; Kinne *et al.*, 2004; Forman-Hoffman *et al.*, 2015). A incapacidade física pode aumentar o risco de condições em saúde associadas a deficiências (como dor, contratura articular, espasticidade muscular, hipertonia/hipotonia e discinesia) ou como consequência indireta destas (por exemplo, aumento do comportamento sedentário e condições relacionadas a obesidade, como diabetes e doença aterosclerótica cardiovascular), tendo como principal impulsionador para tais desfechos em saúde a inatividade física (Davidson *et al.*, 2009; Peterson & Mahmoudi, 2015).

Um programa de treinamento resistido tradicional talvez não seja realista para indivíduos com equilíbrio e mobilidade comprometidos, deve-se então, ponderar

questões fisiopatológicas, como aspectos da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) da Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2001) e ambiente psicossocial em que o paciente está inserido. Adaptar exercícios, como por exemplo, realizar inicialmente na posição sentada (Anthony *et al.*, 2013) ou exercícios unilaterais e mono articulares – que possibilitam identificar discrepâncias da força de músculos agonistas/antagonistas –, são interessantes, especialmente para indivíduos com prejuízo significativo da mobilidade, devido a fragilidade, dor, espasticidade e anormalidades na marcha/ortopédicas. Todos os exercícios devem ser prescritos com cautela, considerando propósitos individualizados (Fragala *et al.*, 2019).

4.1.3 Declínio cognitivo leve e demência

Declínio cognitivo leve parece ser um estado transicional entre o envelhecimento cognitivo normal e estágios iniciais da demência (Makizako *et al.*, 2012; Suzuki *et al.*, 2012), que, por sua vez, impacta as capacidades de vida diária, comprometendo funções sociais e operacionais (Heyn *et al.*, 2004).

Prejuízos cognitivos são intimamente relacionados à síndrome de fragilidade, pois compartilham alguns mecanismos fisiopatológicos e consequências de curto e médio prazo (como hospitalização, incidência de quedas, incapacidade, institucionalização e morte) (Casas-Herrero *et al.*, 2013; Garcia-Garcia *et al.*, 2011). Uma das principais consequências negativas da demência é o declínio grave na atividade física, que pode ser atribuído a diversas causas, incluindo o uso de restrições físicas para evitar quedas (Berzlanovich *et al.*, 2012), que são associadas a desfechos sociais, fisiológicos e psicológicos adversos, como perda da autonomia, exacerbação da sarcopenia, perda de força, limitação na habilidade de levantar e andar, além de declínio funcional geral e má qualidade de vida (Berzlanovich *et al.*, 2012; Zwijsen *et al.*, 2011).

O treinamento com exercício físico (incluindo o treinamento resistido) parece combater as consequências do declínio cognitivo leve e demências, melhorando capacidade física, função e cognição (Heyn *et al.*, 2008; Cadore *et al.*, 2014; Fiatarone *et al.*, 2014; Heyn *et al.*, 2004; Liu-Ambrose & Donaldson, 2009; Pitkälä *et al.*, 2013). Especificamente o treinamento resistido, parece contribuir com redução da morbidade (Liu-Ambrose & Donaldson, 2009); melhora na força, equilíbrio, marcha (Cadore *et al.*, 2014) e função global (Fiatarone *et al.*, 2014). Além disso, benefícios em funções cognitivas, como função executiva, atenção, memória, fluência verbal e cognição

global (FIATARONE *et al.*, 2008; 2014; Suzuki *et al.*, 2012; Tarazona-Santabalbina *et al.*, 2016), melhora na função neuromuscular e performance funcional mesmo naqueles com declínio cognitivo severo (Cadore *et al.*, 2014); podendo, inclusive, prevenir declínio cognitivo (kane *et al.*, 2017).

À medida em que a condição progride com declínio funcional moderado a severo, modificações na prescrição precisam ser feitas (como simplificar exercícios e instruções, aumentar supervisão, instruções repetidas e visuais), bem como trabalho multiprofissional (fisioterapeutas, médicos e/ou terapeutas ocupacionais). Além disso, deve-se considerar, para indivíduos com demência, aspectos emocionais (como respeito, empatia e desafios na comunicação) e estar preparado(a) para lidar com qualquer explosão de raiva ou agressão, com a compreensão de que essas são consequências da progressão da doença e não um ataque pessoal (Kitwood, 1990; Cadore *et al.*, 2014).

4.1.4 Diabetes

Maior adiposidade e hiperglicemia crônica (marcadores da diabetes) estão associados a menor qualidade e força muscular (Moore *et al.*, 2014; Kalyani *et al.*, 2015), sendo esta última, associada a maior chance de desenvolver síndrome metabólica na meia idade e em idosos (Ribeiro *et al.*, 2015). Em contrapartida, o treinamento resistido, mesmo na ausência de exercício aeróbico, parece diminuir o risco de diabetes tipo 2 e doença cardiovascular aterosclerótica (Grøntved *et al.*, 2012; Shiroma *et al.*, 2017; Tanasescu *et al.*, 2002). Além de que parece, também, reverter alguns efeitos negativos funcionais e neuromusculares associados ao diabetes tipo 2 em idosos (Hovanec *et al.*, 2012; Lebrasseur *et al.*, 2011), promovendo hipertrofia muscular, melhora da qualidade muscular, aumento da força-potência, mobilidade, função e composição corporal, bem como melhora no controle glicêmico (Boulé *et al.*, 2001; Castaneda *et al.*, 2002; Dunstan *et al.*, 2002; Hovanec *et al.*, 2012), favorecendo uma diminuição na dose da medicação prescrita para o diabetes (Castaneda *et al.*, 2002).

O programa de treinamento para idosos com diabetes deve ser individualizado e seguir triagem, testagem, orientação e liberação médica, uma vez que esses indivíduos podem estar vulneráveis a episódios de hipoglicemia (glicose $<70\text{mg}\cdot\text{dl}^{-1}$) durante os exercícios (Fragala *et al.*, 2019). Portanto, deve-se monitorar os níveis glicêmicos antes e depois da sessão de exercícios, além de considerar condições relacionadas ao diabetes como doença cardiovascular aterosclerótica, neuropatias,

doenças renais, doenças oculares e limitações ortopédicas, fazendo necessário cuidado na supervisão, seleção de exercícios, intensidade, modalidade, posicionamento, exame dos pés e proteção (Colberg *et al.*, 2016).

4.1.5 Obesidade

Pesquisas mostram que a obesidade tem consequências patológicas na saúde e função do sistema musculoesquelético (Bredella *et al.*, 2013; Goodpaster *et al.*, 2000; Gower & Casazza, 2013; Vettor *et al.*, 2009). A infiltração de lipídios em depósitos não adiposos (como músculo e fígado) aparece como uma característica de certos processos patológicos (por exemplo, diabetes tipo 2), bem como com comportamento sedentário prolongado (Gallagher *et al.*, 2009; Manini *et al.*, 2007), podendo levar à resistência muscular à insulina e prejuízo na qualidade muscular e óssea (Cohen *et al.*, 2013; Visser *et al.*, 2002). Idosos sedentários possuem risco significativamente aumentado para fraqueza muscular e obesidade sarcopênica (Kortebein *et al.*, 2008; Ryu *et al.*, 2013), o que favorece fragilidade musculoesquelética (Compston *et al.*, 2011; Nielson *et al.*, 2012; Pasco *et al.*, 2014; Tuttle *et al.*, 2012), anormalidades cardiometabólicas (Lim *et al.*, 2010; Schragger *et al.*, 2007) e mortalidade precoce por todas as causas (Balboa-Castillo *et al.*, 2011; Ruiz *et al.*, 2008; Xue *et al.*, 2010).

O treinamento com exercícios resistidos é comumente associado à perda de peso, porém, pode estimular positivamente adaptações cardiorrespiratórias, endócrinas, metabólicas, neuromusculares e morfológicas, independente da perda de peso (Fragala *et al.*, 2019). As recomendações mínimas para idosos com obesidade seguem 2-3 dias não consecutivos, usando única série de 5-10 exercícios para o corpo todo, com intensidade moderada que permita 10-15 repetições. Essa prescrição deve incluir um período de familiarização com baixa dose de treinamento (séries e intensidade mínimos) feitos 1-2 vezes por semana, progredindo para doses mais altas, de modo a melhorar força e hipertrofia muscular. Essa progressão gradual inicia em intensidades muito baixas (40% de 1RM) a leve (50% de 1RM), seguindo para moderada (60% de 1RM) e vigorosa intensidade ($\geq 70\%$ de 1RM); o número de séries também aumenta de 2 séries para 4 por grupo muscular; já as repetições diminuem à medida que as cargas aumentam, saindo de 10-15 repetições por série para 8-12 repetições. Além disso, pode-se progredir no modo de administrar resistência, baseando-se, inicialmente, em exercícios com máquinas para máquinas em adição a treinamento com peso livre (Fragala *et al.*, 2019).

4.1.6 Hipertensão e doenças cardiovasculares

Há uma alta prevalência de doenças cardiovasculares como doenças coronarianas, falha cardíaca e, especialmente, hipertensão em idosos (WRITING GROUP MEMBERS *et al.*, 2016; Fagard, 2002). Além disso, há uma relação entre o risco cardiometabólico e força muscular diminuída, podendo contribuir para o aumento do risco de doença cardiovascular aterosclerótica, por exemplo (Artero *et al.*, 2011; Cohen *et al.*, 2014; Peterson *et al.*, 2017; 2016; Strasser & Schobersberger, 2011). O treinamento com exercícios se mostra eficiente tanto na prevenção como tratamento de condições cardiovasculares (Moraes-Silva *et al.*, 2017; Piña *et al.*, 2003; Tanasescu *et al.*, 2002).

Exercícios resistidos podem contribuir para diminuição do risco de doenças coronarianas e ateroscleróticas, melhorar respostas da pressão arterial ao estresse, diminuir a pressão sistólica e diastólica de idosos com hipertensão, diminuindo o risco de Acidente Vascular Cerebral (AVC) e doenças isquêmica cardíaca (Strasser & Schobersberger, 2011; Gauche *et al.*, 2017; Cornelissen & Fagard, 2005; Kelley & Kelley, 2000; Heffernan *et al.*, 2013; Law *et al.*, 2003). Dessa maneira, se tornam uma opção não-farmacológica para tratamento cuja finalidade seja reduzir a pressão sanguínea (Brooks *et al.*, 2006).

Alguns pacientes necessitarão de monitoramento próximo para um bom julgamento clínico da aptidão ao treinamento; já que, a hipertensão descontrolada, por exemplo, é contraindicada para treinamento resistido, enquanto aqueles com hipertensão sob controle e em acompanhamento médico podem se beneficiar dos efeitos do exercício com melhora dos valores pressóricos (Fragala *et al.*, 2019). É interessante, então, que se monitore a magnitude da elevação da pressão arterial durante o exercício através da determinação da intensidade do exercício (% do esforço máximo) e massa muscular envolvida (Lind & Mcnicol, 1967; Mitchell *et al.*, 1980), uma vez que intensidade de leve-moderada com boa técnica e controle respiratório (evitando manobra de Valsalva) podem mitigar elevações da pressão sanguínea induzidas pelo exercício resistidos (Mccartney *et al.*, 1993). Precauções adicionais serão necessárias para indivíduos sob prescrição de anti-hipertensivos, pois estes podem prejudicar a capacidade de regular a temperatura corporal durante o exercício em ambientes quentes/úmidos, bem como podem provocar hipoglicemia (Ribeiro *et al.*, 2015).

Assim, programas e progressões devem se adequar às restrições médicas,

riscos ou contraindicações, começando por intensidades melhor toleradas. O treinamento resistido pode incluir pequenos grupos musculares, pequenas cargas, repetições limitadas e cautela na progressão (Plepoli *et al.*, 2011). Além disso, aqueles com falha cardíaca podem apresentar como resposta ao exercício ventilação exagerada e diminuição da resposta adaptativa (Clark *et al.*, 1997).

4.1.7 Doença renal crônica

Doença Renal Crônica (DRC) tem alta prevalência na população idosa e é caracterizada por um declínio progressivo da função renal devido a um dano, comumente associado à hipertensão e diabetes (Coresh *et al.*, 2007). O processo de envelhecimento afeta a função renal diminuindo a taxa de filamentos glomerulares, prejudicando a regulação do balanço de fluidos e eletrólitos, comprometendo a habilidade de excretar sal resultante do aumento da vasoconstrição e resistência vascular, bem como favorece uma tendência à desidratação e hiper osmolaridade (Beck, 2000; Tetsuka *et al.*, 2003; Johnson *et al.*, 2014).

Ainda, a DRC comumente afeta o funcionamento musculoesquelético, favorecendo perda de força e massa muscular, bem como comprometimento funcional (Cheema *et al.*, 2007; Qureshi *et al.*, 1998), influenciado por fatores como má nutrição energético-proteica (Mitch, 2007); degradação e perda proteica, resistência a hormônios anabólicos, uma inflamação crônica associada a níveis aumentados de citocinas pró-inflamatórias (Lim *et al.*, 2000) e sinalização intracelular de insulina/IGF-I prejudicada de fatores como inflamação, acidose metabólica e hormônios que estimulam a degradação de proteínas, resultando em perda de massa muscular (Price *et al.*, 2010).

Em contrapartida, exercícios com resistência podem beneficiar pacientes com Doença Renal Crônica pelo aumento da albumina sérica, aumento da força muscular, aumento da função física, aumento de IGF-I, aumento da taxa de filtração glomerular, redução da inflamação, melhora da função muscular, melhora da hipertrofia muscular, aumento da força e melhora da qualidade de vida (Moinuddin & Leehey, 2008; Izumi *et al.*, 2016; Johansen & Painter, 2012; Cheema *et al.*, 2014). Sendo importante, também, para aqueles em tratamento de diálise e pós-transplante renal, atenuando a perda de massa muscular e beneficiando a qualidade de vida durante o tratamento (Bessa *et al.*, 2015; Catella *et al.*, 2019). Ademais, é válido considerar garantir que o idoso mantenha hidratação adequada e que busque quaisquer diretrizes restritivas para condições coexistentes, como diabetes ou hipertensão (Fragala *et al.*, 2019).

4.1.8 Osteoporose

A osteoporose afeta 1 a cada 12 idosos com idade entre 60 e 69 anos, com prevalência aumentando para 1 em cada 4 idosos maiores de 80 anos (Wright *et al.*, 2014), fator esse que pode aumentar o risco de fraturas ósseas, especialmente de quadril e coluna (Sambrook & Cooper, 2006). O treinamento resistido parece contrapor essa condição, aumentando o conteúdo mineral ósseo, prevenindo fraturas relacionadas a quedas, melhorando a função física, dor, vitalidade e qualidade de vida (Korpelainen *et al.*, 2006; Li *et al.*, 2009; Liu-Ambrose *et al.*, 2005).

Idosos com osteoporose devem iniciar no programa de treinamento com intensidades mais baixas e progredindo de modo a executar 2-3 séries de 8-12 repetições para cada grupo muscular maior (Giangregorio *et al.*, 2014), sendo importante acompanhar a execução dos exercícios para evitar o risco de quedas e fraturas (Fragala *et al.*, 2019). É recomendado, também, que o programa de treinamento seja acompanhado de boa ingestão de cálcio e vitamina D, além de acompanhar questões de comorbidade e segurança (com intuito de evitar sobrecarga e modificar impacto) (ACSM, 1995; Beck *et al.*, 2017).

4.1.9 Artrite

A Osteoartrite (OA) de quadril e joelho são as formas mais relevantes de artrite que, por sua vez, tem como um dos fatores de risco modificáveis a fraqueza muscular (Jordan *et al.*, 2007;2009), que contribui na dor, incapacidade e progressão da OA (Slemenda *et al.*, 1997). Mesmo pessoas com OA avançada e artrite reumatóide se beneficiam com aumento da força proveniente do treinamento resistido, sem aumento da dor ou efeitos adversos (Jan *et al.*, 2008; King *et al.*, 2008; Lourenzi *et al.*, 2017). Para idosos com artrite, os benefícios desse tipo de treinamento vão além do ganho de força, mas também há benefícios no controle e redução da dor, melhora da amplitude de movimento e função (Fragala *et al.*, 2019). Contudo, há uma barreira importante para implementação de exercício para idosos com essa condição de saúde: o medo da piora da dor. As evidências vão no sentido contrário; aqueles com artrite se beneficiam do treinamento sem piora da dor ou sintomas (AGS, 2001), logo, ao estabelecer um programa de treinamento deve-se individualizar o exercício selecionando e progredindo de acordo com as condições de saúde individuais e salientando sobre o efeito analgésico que o exercício tem para esse público.

O treinamento resistido deve ser feito em intensidade moderada (50-70% de 1RM), 6-8 repetições de 2-3 séries por exercício, 2-3 vezes por semana, com

progressão de carga controlada, de acordo com a recomendação da *American Geriatrics Society* (2001). Enquanto intensidades maiores mostram benefícios na dor articular, por exemplo, inchaço articular, fadiga ou fraqueza podem indicar excesso no volume ou intensidade de treinamento.

4.1.10 Estratificação de risco para condições crônicas

Multimorbidade (a presença de >1 condição crônica de saúde) é cada vez mais prevalente durante a terceira fase da transição epidemiológica, caracterizada por uma compressão das taxas de mortalidade combinada com uma expansão da população idosa. Portanto, ao propor um programa de treinamento, estratificar risco se faz importante em idosos com múltiplos diagnósticos, baseada no risco geral de incidentes cardiovasculares (ACSM, 2009). Considerando a grande incidência de inatividade física e profunda fraqueza entre idosos, avaliar a condição muscular pode ser aconselhável (Duchowny *et al.*, 2017; Mclean *et al.*, 2014). Para aqueles que já praticam exercício e não apresentam sintomas, essa triagem talvez não seja necessária (Rodríguez Mañas & Fried, 2015).

Em resumo, programas de treinamento resistido podem ser adaptados para beneficiar idosos com fragilidade, limitações na mobilidade, comprometimento cognitivo e outras condições crônicas (Fragala *et al.*, 2019).

4.2 Os programas de treinamento resistido podem ser adaptados (com equipamentos portáteis e alternativas de exercícios sentados) para acomodar idosos residentes em residências assistidas e instalações de enfermagem especializadas

Nessas instituições, o objetivo é que idosos residentes permaneçam funcionais e independentes o quanto for possível, de modo a garantir melhor qualidade de vida. Entretanto, muitos desses idosos se tornam dependentes de cuidados para atividades de vida diária após admissão nessas instituições (Valenzuela, 2012), diminuindo drasticamente a atividade física e, conseqüentemente, acelerando perda de massa muscular e capacidade funcional.

O treinamento resistido tem efeitos positivos na massa muscular (Cadore *et al.*, 2014; Dorner *et al.*, 2007), força (Barthalos *et al.*, 2016; Brill *et al.*, 1997; 1998; Dorner *et al.*, 2007; Hassan *et al.*, 2016), resistência muscular (Fisher *et al.*, 1991; Shinohara, 2011) e vários desfechos de capacidade funcional, como velocidade da marcha (Fiatarone *et al.*, 1994; Johnen & Schott, 2018), mobilidade (Barthalos *et al.*, 2016;

Baum *et al.*, 2003), equilíbrio dinâmico (Baum *et al.*, 2003; Lazowski *et al.*, 1999) e poder de subir escadas (Brill *et al.*, 1997; Fiatarone *et al.*, 1994). Esse tipo de treinamento é seguro mesmo para idosos com fragilidade, prejuízo funcional e idosos institucionalizados e, esses do treinamento devem motivar profissionais de instituições de residência assistida e enfermagem especializadas a adquirir equipamento próprio para treinamento. Adaptações de treinamento podem ser feitas mesmo para idosos com limitações funcionais ou de mobilidade, usando um programa de treinamento resistido apenas com exercícios sentados, embora o uso de exercícios funcionais de corpo inteiro, provavelmente leve a um maior impacto na capacidade funcional geral de idosos (Fragala *et al.*, 2019).

A evidência coletada pelo posicionamento da NSCA demonstra benefícios substanciais para a saúde do idoso através do treinamento resistido. Há forte evidência que apoie esse tipo de treinamento no combate a muitos processos relacionados ao envelhecimento, como: sarcopenia, fraqueza muscular, perda de mobilidade, doenças crônicas, incapacidade e, mesmo, morte prematura. Considerando uma prática baseada em evidências, todos os programas de exercícios de resistência devem ser compatíveis com as necessidades e capacidades individuais específicas de cada idoso.

Recomendações

A Tabela 1 fornece um resumo das informações gerais relevantes para o desenho de um programa de treinamento resistido para idosos, mas vale ressaltar a importância de considerar as variáveis que compõem um programa de treinamento numa abordagem individualizada e periodizada, garantindo mais efetividade do programa.

Tabela 1 – Recomendações gerais sobre treinamento resistido para idosos saudáveis.

Variáveis do programa	Recomendações	Detalhes
Séries	1-3 séries por exercício por grupo muscular	1 série para iniciantes e idosos com fragilidade, progredindo para múltiplas séries (2-3) por exercício.

Repetições	8-12 ou 10-15	Realizar 6-12 repetições com variação para força muscular para idosos saudáveis.
Intensidade	70-85% de 1RM	Realizar 10-15 repetições com baixa resistência relativa para iniciantes. Começar com resistência que é tolerada e progredir para 70-85% de 1RM usando periodização. Cargas baixas são recomendadas para iniciantes, indivíduos com fragilidade ou condições especiais como doenças cardiovasculares e osteoporose. Os exercícios devem ser realizados em uma zona de intensidade de intervalo de repetição que evite a falha para reduzir o estresse articular.
Seleção de exercícios	8-10 exercícios diferentes	Priorizar grupos musculares maiores através de movimentos multiarticulares (ex. supino, desenvolvimento, extensão de tríceps, rosca bíceps, puxada, remada, extensão lombar, abdominal)
Modalidade	Exercícios com peso livre ou máquina	Iniciante, idosos frágeis ou àqueles com limitações funcionais se beneficiaram do treinamento resistido com máquina (equipamentos com peso seletorizado ou de resistência pneumática), resistência elástica e treinamento isométrico. Idosos altamente funcionais terão benefícios adicionais com treinamento resistido com peso-livre (ex. barra, halteres, <i>kettlebells</i> e <i>medicine balls</i>).
Frequência	2-3 dias por semana, por grupo muscular	Treinar de 2-3 dias não consecutivos por semana, por músculos, talvez favoreça adaptação, melhora ou manutenção.
Treinamento potência/explosivo	de 40-60% de 1RM	Incluir exercícios explosivos/potência onde movimentos em alta velocidade são exigidos durante a fase concêntrica em intensidade moderada (40-60% de 1RM) para promover potência muscular, força e tarefas funcionais
Movimentos funcionais	Exercícios que mimetizem tarefas da vida diária	Idosos saudáveis e altamente funcionais se beneficiam com a inclusão de movimentos multiarticulares, complexos e dinâmicos, com base de apoio ou variação de posição corporal.

*RM – repetição máxima

Guia geral. Programas de treinamento resistido devem incluir variações na intensidade e variáveis do programa. Exercícios de força devem ser executados antes do treinamento de *endurance*, durante sessões simultâneas de treinamento para otimizar os ganhos de força.

A Tabela 2 mostra um resumo dos principais resultados e características do treinamento de alguns estudos que aplicaram programas de treinamento resistido sistematicamente, de modo isolado ou compondo um programa com múltiplos

componentes, para idosos frágeis.

Tabela 2 – Guia para treinamento resistido para idosos com fragilidade.

Variável	Recomendação
Treinamento resistido	2-3 vezes por semana, com 3 séries de 8-12 repetições numa intensidade que começa entre 20-30% de 1RM e progride até 80% de 1RM.
Potência	Incluir exercícios de potência executados em alta velocidade de movimento e baixa-moderada intensidade (30-60% de 1RM) para induzir melhora na performance de tarefas funcionais.
Treinamento funcional	Incluir exercícios que simulam atividades de vida diárias, como sentar e levantar, para otimizar a capacidade funcional.
Treinamento de <i>Endurance</i>	Complementa as adaptações do treinamento resistido. Começar depois que força e equilíbrio são melhorados. Pode incluir caminhada com mudança no <i>pace</i> , inclinação e direção, caminhada na esteira, <i>step-ups</i> , escadaria e bicicleta estacionária. Começar de 5-10 min e progredir para 15-30 min. A escala de percepção de esforço (Escala de <i>Borg</i>) é um método alternativo para descrever a intensidade do exercício, sendo bem tolerado entre 12-14.
Treinamento de equilíbrio	Incluir vários estímulos de exercício, como andar sobre uma linha, ficar de pé com pés em linha, ficar de pé numa perna só, caminhada calcanhar-ponta-do-pé, prática de passada e transferência de peso de uma perna para outra.
Progressão	Incluir aumento de volume, intensidade e complexidade dos exercícios de forma gradual.

*RM – repetição máxima

Exercícios devem ser performados com devida forma e técnica. Forma e técnica devem ser estabelecidas antes da progressão do exercício e mantida durante a progressão.

REFERÊNCIAS

- AAGAARD P., MAGNUSSON P.S., LARSSON B., KJAER M., KRUSTRUP P. Mechanical muscle function, morphology, and fiber type in lifelong trained elderly. **Med Sci Sports Exerc.** 2007 Nov;39(11):1989-96.
- AAGAARD P., SUETTA C., CASEROTTI P., MAGNUSSON S.P., KJAER M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. **Scand J Med Sci Sports.** 2010 Feb;20(1):49-64.
- ACSM. 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 Mar;41(3):687-708.
- ACSM. American College of Sports Medicine. Osteoporosis and exercise. **Med Sci Sports Exerc** 27: i-vii, 1995.
- AHTIAINEN J.P., HULMI J.J., LEHTI M., KRAEMER W.J., NYMAN K., SELÄNNE H., *et al.* Effects of resistance training on expression of IGF-I splice variants in younger

and older men. **Eur J Sport Sci.** 2016 Nov;16(8):1055-63.

AMERICAN GERIATRICS SOCIETY. Panel on Exercise and Osteoarthritis. Exercise prescription for older adults with osteoarthritis pain: consensus practice recommendations. A supplement to the AGS Clinical Practice Guidelines on the management of chronic pain in older adults. **J Am Geriatr Soc.** 2001 Jun;49(6):808-23.

ANTHONY K., ROBINSON K., LOGAN P., GORDON A.L., HARWOOD R.H., MASUD T. Chair-based exercises for frail older people: a systematic review. **Biomed Res Int.** 2013; 2013:309506.

ARTERO E.G., RUIZ J.R., ORTEGA F.B., ESPAÑA-ROMERO V., VICENTE-RODRÍGUEZ G., MOLNAR D., *et al.* Muscular and cardiorespiratory fitness are independently associated with metabolic risk in adolescents: the HELENA study. **Pediatr Diabetes.** 2011 Dec;12(8):704-12.

BALBOA-CASTILLO T., GUALLAR-CASTILLÓN P., LEÓN-MUÑOZ L.M., GRACIANI A., LÓPEZ-GARCÍA E., RODRÍGUEZ-ARTALEJO F. Physical activity and mortality related to obesity and functional status in older adults in Spain. **Am J Prev Med.** 2011 Jan;40(1):39-46.

BANDEEN-ROCHE K., XUE Q.L., FERRUCCI L., WALSTON J., GURALNIK J.M., CHAVES P., *et al.* Phenotype of frailty: characterization in the women's health and aging studies. **J Gerontol a Biol Sci Med Sci.** 2006 Mar;61(3):262-6.

BARNETT A., SMITH B., LORD S.R., WILLIAMS M., BAUMAND A. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. **Age Ageing.** 2003 Jul;32(4):407-14.

BARTHALOS I., DORGO S., KOPKÁNE PLACHY J., SZAKÁLY Z., IHÁSZ F., RÁCZNÉ NÉMETH T., *et al.* Randomized controlled resistance training based physical activity trial for central European nursing home residing older adults. **J Sports Med Phys Fitness.** 2016 Oct;56(10):1249-1257.

BAUM E.E., JARJOURA D., POLEN A.E., FAUR D., RUTECKI G. Effectiveness of a group exercise program in a long-term care facility: a randomized pilot trial. **J Am Med Dir Assoc.** 2003 Mar-Apr;4(2):74-80.

BEAN J.F., KIELY D.K., LAROSE S., O'NEILL E., Goldstein R., Frontera W.R. Increased velocity exercise specific to task training versus the National Institute on Aging's strength training program: changes in limb power and mobility. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 2009 Sep;64(9):983-91.

BECK B.R., DALY R.M., SINGH M.A., TAAFFE D.R. Exercise and Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise prescription for the prevention and management of osteoporosis. **J Sci Med Sport.** 2017 May;20(5):438-445.

BECK L.H. THE AGING KIDNEY. Defending a delicate balance of fluid and electrolytes. **Geriatrics.** 2000 Apr;55(4):26-8, 31-2.

BENEKA A., MALLIOU P., FATOUROS I., JAMURTAS A., GIOFTSIDOU A., GODOLIAS G., *et al.* Resistance training effects on muscular strength of elderly are related to intensity and gender. **J Sci Med Sport.** 2005 Sep;8(3):274-83.

BEN-SHLOMO Y., COOPER R., KUH D. The last two decades of life course epidemiology, and its relevance for research on ageing. **Int J Epidemiol.** 2016 Aug;45(4):973-988.

- BENTO P.C., PEREIRA G., UGRINOWITSCH C., RODACKI A.L. Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**. 2010 Jun;25(5):450-4.
- BERGMAN H., FERRUCCI L., GURALNIK J., HOGAN D.B., HUMMEL S., KARUNANANTHAN S., WOLFSON C. Frailty: an emerging research and clinical paradigm--issues and controversies. **J Gerontol a Biol Sci Med Sci**. 2007 Jul;62(7):731-7.
- BERZLANOVICH A.M., SCHÖPFER J., KEIL W. Deaths due to physical restraint. **Dtsch Arztebl Int**. 2012 Jan;109(3):27-32.
- BESSA B., LEAL V.O. MORAES C., BARBOZA J., FOUQUE D. MAFRA D. Resistance training in hemodialysis patients: a review. **Rehab Nurs** 2014 Apr; 40(2):111-126.
- BILODEAU M., HENDERSON T.K., NOLTA B.E., PURSLEY P.J., SANDFORT G.L. Effect of aging on fatigue characteristics of elbow flexor muscles during sustained submaximal contraction. **J Appl Physiol (1985)**. 2001 Dec;91(6):2654-64.
- BODART G., GOFFINET L., MORRHAYE G., FARHAT K., DE SAINT-HUBERT M., DEBACQ-CHAINIAUX F., *et al.* Somatotrope GHRH/GH/IGF-1 axis at the crossroads between immunosenescence and frailty. **Ann N Y Acad Sci**. 2015 Sep; 1351:61-7.
- BORDE R., HORTOBÁGYI T., GRANACHER U. Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**. 2015 Dec;45(12):1693-720.
- BORST S.E., DE HOYOS D.V., GARZARELLA L., VINCENT K., POLLOCK B.H., LOWENTHAL D.T., *et al.* Effects of resistance training on Insulin-like growth factor-I and IGF binding proteins. **Med Sci Sports Exerc**. 2001 Apr;33(4):648-53.
- BOSHUIZEN H.C., STEMMERIK L., WESTHOFF M.H., HOPMAN-ROCK M. The effects of physical therapists' guidance on improvement in a strength-training program for the frail elderly. **J Aging Phys Act**. 2005 Jan;13(1):5-22.
- BOTTARO M., MACHADO S.N., NOGUEIRA W., SCALES R., VELOSO J. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. **Eur J Appl Physiol**. 2007 Feb;99(3):257-64.
- BOULÉ N.G., HADDAD E., KENNY G.P., WELLS G.A., SIGAL R.J. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. **JAMA**. 2001 Sep 12;286(10):1218-27.
- BRAY N.W., SMART R.R., JAKOBI J.M., JONES G.R. Exercise prescription to reverse frailty. **Appl Physiol Nutr Metab**. 2016 Oct;41(10):1112-1116.
- BREDELLA M.A., GILL C.M., GERWECK A.V., LANDA M.G., KUMAR V., DALEY S.M., *et al.* Ectopic and serum lipid levels are positively associated with bone marrow fat in obesity. **Radiology**. 2013 Nov;269(2):534-41.
- BRILL P.A., JENSEN, R.L., KOLTYN K.F., MORGAN, L.A., MORROW, J.R., KELLER M.J., *et al.* The Feasibility of Conducting a Group-Based Progressive Strength Training Program in Residents of a Multi-Level Care Facility, Activities, **Adaptation & Aging**, 1997. 22:4, 53-63.
- BRILL P.A., MATTHEWS M., MASON J., DAVIS D., MUSTAFA T.A., MACERA C. Improving Functional Performance Through a Group-Based Free Weight Strength Training Program in Residents of Two Assisted Living Communities, **Physical & Occupational Therapy In Geriatrics**, 1998. 15:3, 57-69.

BROOKS N., LAYNE J.E., GORDON P.L., ROUBENOFF R., NELSON M.E., CASTANEDA-SCEPPA C. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. **Int J Med Sci.** 2006 Dec 18;4(1):19-27.

BROWN A.B., MCCARTNEY N., SALE D.G. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. **J Appl Physiol (1985).** 1990 Nov;69(5):1725-33.

CADORE E.L., CASAS-HERRERO A., ZAMBOM-FERRARESI F., IDOATE F., MILLOR N., GÓMEZ M., *et al.* Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. **Age (Dordr).** 2014 Apr;36(2):773-85.

CADORE E.L., IZQUIERDO M. New strategies for the concurrent strength-, power-, and endurance-training prescription in elderly individuals. **J Am Med Dir Assoc.** 2013 Aug;14(8):623-4.

CADORE E.L., IZQUIERDO M., PINTO S.S., ALBERTON C.L., PINTO R.S., BARONI B.M., *et al.* Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. **Age (Dordr).** 2013 Jun;35(3):891-903.

CADORE E.L., MONEO A.B., MENSAT M.M., MUÑOZ A.R., CASAS-HERRERO A., RODRIGUEZ-MAÑAS L., *et la.* Positive effects of resistance training in frail elderly patients with dementia after long-term physical restraint. **Age (Dordr).** 2014 Apr;36(2):801-11.

CADORE E.L., PINTO R.S., BOTTARO M., IZQUIERDO M. Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Ageing Dis.** 2014 Jun 1;5(3):183-95.

CADORE E.L., RODRÍGUEZ-MAÑAS L., SINCLAIR A., IZQUIERDO M. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. **Rejuvenation Res.** 2013 Apr;16(2):105-14.

CALELLA P., HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ S., GAROFALO C., RUIZ J.R., CARRERO J.J., BELLIZZI V. Exercise training in kidney transplant recipients: a systematic review. **J Nephrol.** 2019 Aug;32(4):567-579.

CALLE M.C., FERNANDEZ M.L. Effects of resistance training on the inflammatory response. **Nutr Res Pract.** 2010 Aug;4(4):259-69.

CAMPBELL A.J., BORRIE M.J., SPEARS G.F. Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. **J Gerontol.** 1989 Jul;44(4):M112-7.

CAMPBELL A.J., BUCHNER D.M. Unstable disability and the fluctuations of frailty. **Age Ageing.** 1997 Jul;26(4):315-8.

CASAS-HERRERO A., CADORE E.L., ZAMBOM-FERRARESI F., IDOATE F., MILLOR N., MARTÍNEZ-RAMIREZ A., GÓMEZ M., *et al.* Functional capacity, muscle fat infiltration, power output, and cognitive impairment in institutionalized frail oldest old. **Rejuvenation Res.** 2013 Oct;16(5):396-403.

CASTANEDA C., LAYNE J.E., MUNOZ-ORIAN L., GORDON P.L., WALSMITH J., FOLDVARI M., *et al.* A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes Care.** 2002 Dec;25(12):2335-41.

CDC-Centers for Disease Control and Prevention. Vital signs: Awareness and treatment of uncontrolled hypertension among adults – United States, 2003-2010.

MMWR Morb Mortal Wkly Rep 61:703-709,2012.

CHEEMA B., ABAS H., SMITH B., O'SULLIVAN A., CHAN M., PATWARDHAN A., *et al.* Progressive exercise for anabolism in kidney disease (PEAK): a randomized, controlled trial of resistance training during hemodialysis. **J Am Soc Nephrol.** 2007 May;18(5):1594-601.

CHEEMA B.S., CHAN D., FAHEY P., ATLANTIS E. Effect of progressive resistance training on measures of skeletal muscle hypertrophy, muscular strength and health-related quality of life in patients with chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. **Sports Med.** 2014 Aug;44(8):1125-38.

CHEN K.M., KUO C.C., CHANG Y.H., HUANG H.T., CHENG Y.Y. Resistance Band Exercises Reduce Depression and Behavioral Problems of Wheelchair-Bound Older Adults with Dementia: A Cluster-Randomized Controlled Trial. **J Am Geriatr Soc.** 2017 Feb;65(2):356-363.

CLARK A.L., VOLTERRANI M., SWAN J.W., COATS A.J. The increased ventilatory response to exercise in chronic heart failure: relation to pulmonary pathology. **Heart.** 1997 Feb;77(2):138-46.

COHEN A., DEMPSTER D.W., RECKER R.R., LAPPE J.M., ZHOU H., ZWAHLEN A., *et al.* Abdominal fat is associated with lower bone formation and inferior bone quality in healthy premenopausal women: a transiliac bone biopsy study. **J Clin Endocrinol Metab.** 2013 Jun;98(6):2562-72.

COHEN D.D., GÓMEZ-ARBELÁEZ D., CAMACHO P.A., PINZON S., HORMIGA C., TREJOS-SUAREZ J., *et al.* Low muscle strength is associated with metabolic risk factors in Colombian children: the ACFIES study. **PLoS One.** 2014 Apr 8;9(4):e93150.

COLBERG S.R., SIGAL R.J., YARDLEY J.E., RIDDELL M.C., DUNSTAN D.W., DEMPSEY P.C., HORTON E.S., *et al.* Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. **Diabetes Care.** 2016 Nov;39(11):2065-2079.

COMPSTON J.E., WATTS N.B., CHAPURLAT R., COOPER C., BOONEN S., GREENSPAN S., *et al.* Obesity is not protective against fracture in postmenopausal women: GLOW. **Am J Med.** 2011 Nov;124(11):1043-50.

CONLON J.A., NEWTON R.U., TUFANO J.J., PEÑAILILLO L.E., BANYARD H.G., HOPPER A.J., *et al.* The efficacy of periodised resistance training on neuromuscular adaptation in older adults. **Eur J Appl Physiol.** 2017 Jun;117(6):1181-1194.

CORESH J., SELVIN E., STEVENS L.A., MANZI J., KUSEK J.W., EGGERS P., *et al.* Prevalence of chronic kidney disease in the United States. **JAMA.** 2007 Nov 7;298(17):2038-47.

CORNELISSEN V.A., FAGARD R.H. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. **J Hypertens.** 2005 Feb;23(2):251-9.

CRAIG B.W., BROWN R., EVERHART J. Effects of progressive resistance training on growth hormone and testosterone levels in young and elderly subjects. **Mech Ageing Dev.** 1989 Aug;49(2):159-69.

DA SILVA L.X.N., TEODORO J.L., MENGER E., LOPEZ P., GRAZIOLI R., FARINHA J., *et al.* Repetitions to failure versus not to failure during concurrent training in healthy elderly men: A randomized clinical trial. **Exp Gerontol.** 2018 Jul 15; 108:18-27.

- DAVIDSON L.E., HUDSON R., KILPATRICK K., KUK J.L., MCMILLAN K., JANISZEWSKI P.M., *et al.* Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial. **Arch Intern Med.** 2009 Jan 26;169(2):122-31.
- DE VOS N.J., SINGH N.A., ROSS D.A., STAVRINOS T.M., ORR R., FIATARONE SINGH M.A. Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 2005 May;60(5):638-47.
- DE VREEDE P.L., VAN MEETEREN N.L., SAMSON M.M., WITTINK H.M., DUURSMA S.A., VERHAAR H.J. The effect of functional tasks exercise and resistance exercise on health-related quality of life and physical activity. A randomised controlled trial. **Gerontology.** 2007;53(1):12-20.
- DIAMANTI-KANDARAKIS E., DATTILO M., MACUT D., DUNTAS L., GONOS E.S., GOULIS D.G., *et al.* MECHANISMS IN ENDOCRINOLOGY: Aging and anti-aging: a Combo-Endocrinology overview. **Eur J Endocrinol.** 2017 Jun;176(6): R283-R308.
- DOHERTY T.J., VANDERVOORT A.A., BROWN W.F. Effects of ageing on the motor unit: a brief review. **Can J Appl Physiol.** 1993 Dec;18(4):331-58.
- DOHERTY T.J., VANDERVOORT A.A., TAYLOR A.W., BROWN W.F. Effects of motor unit losses on strength in older men and women. **J Appl Physiol (1985).** 1993 Feb;74(2):868-74.
- DORNER T., KRANZ A., ZETTL-WIEDNER K., LUDWIG C., RIEDER A., GISINGER C. The effect of structured strength and balance training on cognitive function in frail, cognitive impaired elderly long-term care residents. **Aging Clin Exp Res.** 2007 Oct;19(5):400-5.
- DUCHOWNY K.A., PETERSON M.D., CLARKE P.J. Cut Points for Clinical Muscle Weakness Among Older Americans. **Am J Prev Med.** 2017 Jul;53(1):63-69.
- DUNSTAN D.W., DALY R.M., OWEN N., JOLLEY D., DE COURTEN M., SHAW J., *et al.* High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. **Diabetes Care.** 2002 Oct;25(10):1729-36.
- EVANS W.J. Effects of exercise on senescent muscle. **Clin Orthop Relat Res.** 2002 Oct;(403 Suppl):S211-20.
- FAGARD R.H. Epidemiology of hypertension in the elderly. **Am J Geriatr Cardiol.** 2002 Jan-Feb;11(1):23-8.
- FIATARONE M.A., GATES N., SAIGAL N., WILSON G.C., MEIKLEJOHN J., BRODATY H., *ET AL.* The Study of Mental and Resistance Training (SMART) study—resistance training and/or cognitive training in mild cognitive impairment: a randomized, double-blind, double-sham controlled trial. **J Am Med Dir Assoc.** 2014 Dec;15(12):873-80. *Erratum in: J Am Med Dir Assoc.* 2021 Feb;22(2):479-481.
- FIATARONE M.A., O'NEILL E.F., RYAN N.D., CLEMENTS K.M., SOLARES G.R., NELSON M.E., *et al.* Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. **N Engl J Med.** 1994 Jun 23;330(25):1769-75.
- FISHER N.M., PENDERGAST D.R., CALKINS E. Muscle rehabilitation in impaired elderly nursing home residents. **Arch Phys Med Rehabil.** 1991 Mar;72(3):181-5.
- FOLDVARI M., CLARK M., LAVIOLETTE L.C., BERNSTEIN M.A., KALITON D., CASTANEDA C., *et al.* Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 2000

Apr;55(4):M192-9.

FORMAN-HOFFMAN V.L., AULT K.L., ANDERSON W.L., WEINER J.M., STEVENS A., CAMPBELL V.A., *et al.* Disability status, mortality, and leading causes of death in the United States community population. **Med Care**. 2015 Apr;53(4):346-54.

FRAGALA M.S., ALLEY D.E., SHARDELL M.D., HARRIS T.B., MCLEAN R.R., KIEL D.P., *et al.* Comparison of Handgrip and Leg Extension Strength in Predicting Slow Gait Speed in Older Adults. **J Am Geriatr Soc**. 2016 Jan;64(1):144-50.

FRAGALA M.S., CADORE E.L., DORGO S., IZQUIERDO M., KRAEMER W.J., PETERSON M.D., *et al.* Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. **J Strength Cond Res**. 2019 Aug;33(8):2019-2052.

FRANCESCHI C., CAMPISI J. Chronic inflammation (inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2014 Jun;69 Suppl 1: S4-9.

FREIBERGER E., HÄBERLE L., SPIRDUSO W.W., ZIJLSTRA G.A. Long-term effects of three multicomponent exercise interventions on physical performance and fall-related psychological outcomes in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. **J Am Geriatr Soc**. 2012 Mar;60(3):437-46.

FRIED L.P., TANGEN C.M., WALSTON J., NEWMAN A.B., HIRSCH C., GOTTDIENER J., *et al.* Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2001 Mar;56(3):M146-56.

FRONTERA W.R. What is it about old muscles? **J Physiol**. 2017 Jul 15;595(14):4581-4582.

FRONTERA W.R., HUGHES V.A., FIELDING R.A., FIATARONE M.A., EVANS W.J., ROUBENOFF R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **J Appl Physiol (1985)**. 2000 Apr;88(4):1321-6.

FRONTERA W.R., HUGHES V.A., LUTZ K.J., EVANS W.J. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. **J Appl Physiol (1985)**. 1991 Aug;71(2):644-50.

FYFE J.J., BISHOP D.J., STEPTO N.K. Interference between concurrent resistance and endurance exercise: molecular bases and the role of individual training variables. **Sports Med**. 2014 Jun;44(6):743-62.

GAFFEY A.E., BERGEMAN C.S., CLARK L.A., WIRTH M.M. Aging and the HPA axis: Stress and resilience in older adults. **Neurosci Biobehav Rev**. 2016 Sep; 68:928-945.

GALLAGHER D., KELLEY D.E., YIM J.E., SPENCE N., ALBU J., BOXT L., PI-SUNYER F.X., *et al.* Adipose tissue distribution is different in type 2 diabetes. **Am J Clin Nutr**. 2009 Mar;89(3):807-14.

GALVÃO D.A., NEWTON R.U., TAAFFE D.R. Anabolic responses to resistance training in older men and women: a brief review. **J Aging Phys Act**. 2005 Jul;13(3):343-58.

GALVÃO D.A., TAAFFE D.R. Resistance exercise dosage in older adults: single-versus multiset effects on physical performance and body composition. **J Am Geriatr Soc**. 2005 Dec;53(12):2090-7.

GARCIA-GARCIA F.J., GUTIERREZ AVILA G., ALFARO-ACHA A., AMOR ANDRES

- M.S., DE LOS ANGELES DE LA TORRE LANZA M., ESCRIBANO APARICIO M.V., ET AL. The prevalence of frailty syndrome in an older population from Spain. The Toledo Study for Healthy Aging. **J Nutr Health Aging**. 2011 Dec;15(10):852-6.
- Gauche R., Lima R.M., Myers J., Gadelha A.B., Neri S.G., Forjaz C.L., et al. Blood pressure reactivity to mental stress is attenuated following resistance exercise in older hypertensive women. **Clin Interv Aging**. 2017 May 15;12:793-803.
- GERSTNER G.R, THOMPSON B.J., ROSENBERG J.G., SOBOLEWSKI E.J., SCHARVILLE M.J., RYAN E.D. Neural and Muscular Contributions to the Age-Related Reductions in Rapid Strength. **Med Sci Sports Exerc**. 2017 Jul;49(7):1331-1339.
- GHADIEH A.S., SAAB B. Evidence for exercise training in the management of hypertension in adults. **Can Fam Physician**. 2015 Mar;61(3):233-9.
- GIANGREGORIO L.M., PAPAIOANNOU A., MACINTYRE N.J., ASHE M.C., HEINONEN A., SHIPP K., et al. Too Fit To Fracture: exercise recommendations for individuals with osteoporosis or osteoporotic vertebral fracture. **Osteoporos Int**. 2014 Mar;25(3):821-35.
- GONZALEZ A.M., MANGINE G.T., FRAGALA M.S., STOUT J.R., BEYER K.S., BOHNER J.D., et al. Resistance training improves single leg stance performance in older adults. **Aging Clin Exp Res**. 2014 Feb;26(1):89-92.
- GOODPASTER B.H., CHOMENTOWSKI P., WARD B.K., ROSSI A., GLYNN N.W., DELMONICO M.J., et al. Effects of physical activity on strength and skeletal muscle fat infiltration in older adults: a randomized controlled trial. **J Appl Physiol (1985)**. 2008 Nov;105(5):1498-503.
- GOODPASTER B.H., KELLEY D.E., THAETE F.L., HE J., ROSS R. Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. **J Appl Physiol (1985)**. 2000 Jul;89(1):104-10.
- GOWER B.A, CASAZZA K. Divergent effects of obesity on bone health. **J Clin Densitom**. 2013 Oct-Dec;16(4):450-4.
- GRØNTVED A., RIMM E.B., WILLETT W.C., ANDERSEN L.B., HU F.B. A prospective study of weight training and risk of type 2 diabetes mellitus in men. **Arch Intern Med**. 2012 Sep 24;172(17):1306-12.
- HÄKKINEN K., KRAEMER W.J., PAKARINEN A., TRIPLETT-MCBRIDE T., MCBRIDE J.M., HÄKKINEN A., et al. Effects of heavy resistance/power training on maximal strength, muscle morphology, and hormonal response patterns in 60-75-year-old men and women. **Can J Appl Physiol**. 2002 Jun;27(3):213-31.
- HÄKKINEN K., PAKARINEN A. Serum hormones and strength development during strength training in middle-aged and elderly males and females. **Acta Physiol Scand**. 1994 Feb;150(2):211-9.
- HÄKKINEN K., PAKARINEN A., KRAEMER W.J., HÄKKINEN A., VALKEINEN H., ALEN M. SELECTIVE muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. **J Appl Physiol (1985)**. 2001 Aug;91(2):569-80.
- HAMEED M., LANGE K.H., ANDERSEN J.L., SCHJERLING P., KJAER M., HARRIDGE S.D., et al. The effect of recombinant human growth hormone and resistance training on IGF-I mRNA expression in the muscles of elderly men. **J Physiol**. 2004 Feb 15;555(Pt 1):231-40.

- HASSAN B.H., HEWITT J., KEOGH J.W., BERMEO S., DUQUE G., HENWOOD T.R. Impact of resistance training on sarcopenia in nursing care facilities: A pilot study. **Geriatr Nurs**. 2016 Mar-Apr;37(2):116-21.
- HAUER K., ROST B., RÜTSCHLE K., OPITZ H., SPECHT N., BÄRTSCH P., *et al.* Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls. **J Am Geriatr Soc**. 2001 Jan;49(1):10-20.
- HEFFERNAN K.S., YOON E.S., SHARMAN J.E., DAVIES J.E., SHIH Y.T., CHEN C.H., *et al.* Resistance exercise training reduces arterial reservoir pressure in older adults with prehypertension and hypertension. **Hypertens Res**. 2013 May;36(5):422-7.
- HEYN P., ABREU B.C., OTTENBACHER K.J. The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: a meta-analysis. **Arch Phys Med Rehabil**. 2004 Oct;85(10):1694-704.
- HEYN P.C., JOHNSON K.E., KRAMER A.F. Endurance and strength training outcomes on cognitively impaired and cognitively intact older adults: a meta-analysis. **J Nutr Health Aging**. 2008 Jun-Jul;12(6):401-9.
- HOLVIALA J.H., SALLINEN J.M., KRAEMER W.J., ALLEN M.J., HÄKKINEN K.K. Effects of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women. **J Strength Cond Res**. 2006 May;20(2):336-44.
- HOVANEC N., SAWANT A., OVEREND T.J., PETRELLA R.J., VANDERVOORT A.A. Resistance training and older adults with type 2 diabetes mellitus: strength of the evidence. **J Aging Res**. 2012; 2012:284635.
- HUNTER G.R., WETZSTEIN C.J., MCLAFFERTY C.L. JR, ZUCKERMAN P.A., LANDERS K.A., BAMMAN M.M. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. **Med Sci Sports Exerc**. 2001 Oct;33(10):1759-64.
- HUNTER S.K., PEREIRA H.M., KEENAN K.G. The aging neuromuscular system and motor performance. **J Appl Physiol (1985)**. 2016 Oct 1;121(4):982-995.
- HURLEY B.F., HANSON E.D., SHEAFF A.K. Strength training as a countermeasure to aging muscle and chronic disease. **Sports Med**. 2011 Apr 1;41(4):289-306.
- IVEY F.M., TRACY B.L., LEMMER J.T., NESSAIVER M., METTER E.J., FOZARD J.L., *et al.* Effects of strength training and detraining on muscle quality: age and gender comparisons. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2000 Mar;55(3): B152-7; discussion B158-9.
- IZQUIERDO M., IBAÑEZ J., HÄKKINEN K., KRAEMER W.J., LARRIÓN J.L., GOROSTIAGA E.M. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. **Med Sci Sports Exerc**. 2004 Mar;36(3):435-43.
- IZUMI A., KITAMURA M., IZAWA K.P. Effects of Exercise Training on Delaying Disease Progression in Patients with Chronic Kidney Disease: a Review of the Literature. **Rev Recent Clin Trials**. 2016;11(4):333-341.
- JAKOBI J.M., RICE C.L. Voluntary muscle activation varies with age and muscle group. **J Appl Physiol (1985)**. 2002 Aug;93(2):457-62.
- JAN M.H., LIN J.J., LIAU J.J., LIN Y.F., LIN D.H. Investigation of clinical effects of high- and low-resistance training for patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. **Phys Ther**. 2008 Apr;88(4):427-36.

JANSSEN J.A. Impact of Physical Exercise on Endocrine Aging. **Front Horm Res.** 2016; 47:68-81.

JOHANSEN K.L., PAINTER P. Exercise in individuals with CKD. **Am J Kidney Dis.** 2012 Jan;59(1):126-34.

JOHNEN B., SCHOTT N. Feasibility of a machine vs free weight strength training program and its effects on physical performance in nursing home residents: a pilot study. **Aging Clin Exp Res.** 2018 Jul;30(7):819-828.

JOHNSON R.J., RODRIGUEZ-ITURBE B., RONCAL-JIMENEZ C., LANASPA M.A., ISHIMOTO T., NAKAGAWA T., *et al.* Hyperosmolarity drives hypertension and CKD--water and salt revisited. **Nat Rev Nephrol.** 2014 Jul;10(7):415-20.

JORDAN J.M., HELMICK C.G., RENNER J.B., LUTA G., DRAGOMIR A.D., WOODARD J., *ET AL.* Prevalence of knee symptoms and radiographic and symptomatic knee osteoarthritis in African Americans and Caucasians: the Johnston County Osteoarthritis Project. **J Rheumatol.** 2007 Jan;34(1):172-80.

KALAPOTHARAKOS V., SMILIOS I., PARLAVATZAS A., TOKMAKIDIS S.P. The effect of moderate resistance strength training and detraining on muscle strength and power in older men. **J Geriatr Phys Ther.** 2007;30(3):109-13.

KALYANI R.R., METTER E.J., EGAN J., GOLDEN S.H., FERRUCCI L. Hyperglycemia predicts persistently lower muscle strength with aging. **Diabetes Care.** 2015 Jan;38(1):82-90.

KANE R.L., BUTLER M., FINK H.A., BRASURE M., DAVILA H., DESAI P., *ET al.* Interventions to Prevent Age-Related Cognitive Decline, Mild Cognitive Impairment, and Clinical Alzheimer's-Type Dementia [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2017 Mar. Report No.: 17-EHC008-EF. PMID: 28759193.

KARAMANIDIS K., ARAMPATZIS A. Mechanical and morphological properties of human quadriceps femoris and triceps surae muscle-tendon unit in relation to aging and running. **J Biomech.** 2006;39(3):406-17.

KEKÄLÄINEN T., KOKKO K., SIPILÄ S., WALKER S. Effects of a 9-month resistance training intervention on quality of life, sense of coherence, and depressive symptoms in older adults: randomized controlled trial. **Qual Life Res.** 2018 Feb;27(2):455-465.

KELLEY G.A., KELLEY K.S. Progressive resistance exercise and resting blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. **Hypertension.** 2000 Mar;35(3):838-43.

KENDRICK D., KUMAR A., CARPENTER H., ZIJLSTRA G.A., SKELTON D.A., COOK J.R., *et al.* Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community. **Cochrane Database Syst Rev.** 2014 Nov 28;2014(11):CD009848.

KEYSOR J.J. Does late-life physical activity or exercise prevent or minimize disablement? A critical review of the scientific evidence. **Am J Prev Med.** 2003 Oct;25(3 Suppl 2):129-36.

KING L.K., BIRMINGHAM T.B., KEAN C.O., JONES I.C., BRYANT D.M., GIFFIN J.R. Resistance training for medial compartment knee osteoarthritis and malalignment. **Med Sci Sports Exerc.** 2008 Aug;40(8):1376-84.

KINNE S., PATRICK D.L., DOYLE D.L. Prevalence of secondary conditions among people with disabilities. **Am J Public Health.** 2004 Mar;94(3):443-5.

- KITWOOD, T. The Dialectics of Dementia: With Particular Reference to Alzheimer's Disease. **Ageing & Society**, 1990; 10(2), 177-196.
- KLASS M., BAUDRY S., DUCHATEAU J. Age-related decline in rate of torque development is accompanied by lower maximal motor unit discharge frequency during fast contractions. **J Appl Physiol** (1985). 2008 Mar;104(3):739-46.
- KLITGAARD H., MANTONI M., SCHIAFFINO S., AUSONI S., GORZA L., LAURENT-WINTER C., ET AL. Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. **Acta Physiol Scand**. 1990 Sep;140(1):41-54.
- KOLBER M.J., BEEKHUIZEN K.S., CHENG M.S., HELLMAN M.A. Shoulder injuries attributed to resistance training: a brief review. **J Strength Cond Res**. 2010 Jun;24(6):1696-704.
- KORPELAINEN R., KEINÄNEN-KIUKAANNIEMI S., HEIKKINEN J., VÄÄNÄNEN K., KORPELAINEN J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. **Osteoporos Int**. 2006 Jan;17(1):109-18.
- KORTEBEIN P., SYMONS T.B., FERRANDO A., PADDON-JONES D., RONSEN O., PROTAS E., et al. Functional impact of 10 days of bed rest in healthy older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2008 Oct;63(10):1076-81.
- KRAEMER W.J. Endocrine responses to resistance exercise. **Med Sci Sports Exerc**. 1988 Oct;20(5 Suppl): S152-7.
- KRAEMER W.J., DESCHENES M.R., FLECK S.J. Physiological adaptations to resistance exercise. Implications for athletic conditioning. **Sports Med**. 1988 Oct;6(4):246-56.
- KRAEMER W.J., RATAMESS N.A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. **Sports Med**. 2005;35(4):339-61.
- KRYGER A.I., ANDERSEN J.L. Resistance training in the oldest old: consequences for muscle strength, fiber types, fiber size, and MHC isoforms. **Scand J Med Sci Sports**. 2007 Aug;17(4):422-30.
- KU P.W., FOX K.R., GARDINER P.A., CHEN L.J. Late-Life Exercise and Difficulty with Activities of Daily Living: an 8-Year Nationwide Follow-up Study in Taiwan. **Ann Behav Med**. 2016 Apr;50(2):237-46.
- LACROIX A., HORTOBÁGYI T., BEURSKENS R., GRANACHER U. Effects of Supervised vs. Unsupervised Training Programs on Balance and Muscle Strength in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**. 2017 Nov;47(11):2341-2361.
- LALLY F., CROME P. Understanding frailty. **Postgrad Med J**. 2007 Jan;83(975):16-20.
- LARSSON L. Physical training effects on muscle morphology in sedentary males at different ages. **Med Sci Sports Exerc**. 1982;14(3):203-6.
- LAW M., WALD N., MORRIS J. Lowering blood pressure to prevent myocardial infarction and stroke: a new preventive strategy. **Health Technol Assess**. 2003;7(31):1-94.
- LAZOWSKI D.A., ECCLESTONE N.A., MYERS A.M., PATERSON D.H., TUDOR-

LOCKE C., FITZGERALD C., *et al.* A randomized outcome evaluation of group exercise programs in long-term care institutions. **J Gerontol a Biol Sci Med Sci.** 1999 Dec;54(12):M621-8.

LEBRASSEUR N.K., WALSH K., ARANY Z. Metabolic benefits of resistance training and fast glycolytic skeletal muscle. **Am J Physiol Endocrinol Metab.** 2011 Jan;300(1): E3-10.

LI W.C., CHEN Y.C., YANG R.S., TSAUO J.Y. Effects of exercise programmes on quality of life in osteoporotic and osteopenic postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. **Clin Rehabil.** 2009 Oct;23(10):888-96.

LIM P.S., CHENG Y.M., WEI Y.H. Large-scale mitochondrial DNA deletions in skeletal muscle of patients with end-stage renal disease. **Free Radic Biol Med.** 2000 Sep 1;29(5):454-63.

LIM S., KIM J.H., YOON J.W., KANG S.M., CHOI S.H., PARK Y.J. *et al.* Sarcopenic obesity: prevalence and association with metabolic syndrome in the Korean Longitudinal Study on Health and Aging (KLoSHA). **Diabetes Care.** 2010 Jul;33(7):1652-4.

LIND A.R., MCNICOL G.W. Circulatory responses to sustained hand-grip contractions performed during other exercise, both rhythmic and static. **J Physiol.** 1967 Oct;192(3):595-607.

LIU C.J., CHANG W.P. ARAUJO DE CARVALHO I., SAVAGE K.E.L., RADFORD L.W., AMUTHAVALLI THIYAGARAJAN J., Effects of physical exercise in older adults with reduced physical capacity: meta-analysis of resistance exercise and multimodal exercise. **Int J Rehabil Res.** 2017 Dec;40(4):303-314.

LIU C.J., SHIROY D.M., JONES L.Y. *et al.* Systematic review of functional training on muscle strength, physical functioning, and activities of daily living in older adults. **Eur Rev Aging Phys Act.** 2014 Aug;11, 95–106.

LIU-AMBROSE T., DONALDSON M.G. Exercise and cognition in older adults: is there a role for resistance training programmes? **Br J Sports Med.** 2009 Jan;43(1):25-7.

LIU-AMBROSE T., DONALDSON M.G., AHAMED Y., GRAF P., COOK W.L., CLOSE J., *et al.* Otago home-based strength and balance retraining improves executive functioning in older fallers: a randomized controlled trial. **J Am Geriatr Soc.** 2008 Oct;56(10):1821-30.

LIU-AMBROSE T.Y., KHAN K.M., ENG J.J., LORD S.R., LENTLE B., MCKAY H.A. Both resistance and agility training reduce back pain and improve health-related quality of life in older women with low bone mass. **Osteoporos Int.** 2005 Nov;16(11):1321-9.

LOPEZ P., PINTO R.S., RADAELLI R., RECH A., GRAZIOLI R., Izquierdo M., *et al.* Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review. **Aging Clin Exp Res.** 2018 Aug;30(8):889-899.

LORD S.R., CASTELL S., CORCORAN J., DAYHEW J., MATTERS B., SHAN A., WILLIAMS P. The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. **J Am Geriatr Soc.** 2003 Dec;51(12):1685-92.

LOURENZI F.M., JONES A., PEREIRA D.F., SANTOS J.H.C.A.D., FURTADO R.N.V., NATOUR J. Effectiveness of an overall progressive resistance strength program for improving the functional capacity of patients with rheumatoid arthritis: a randomized

controlled trial. **Clin Rehabil.** 2017 Nov;31(11):1482-1491.

LOVELL D.I., CUNEO R., GASS G.C. The effect of strength training and short-term detraining on maximum force and the rate of force development of older men. **Eur J Appl Physiol.** 2010 Jun;109(3):429-35.

MACALUSO A., DE VITO G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. **Eur J Appl Physiol.** 2004 Apr;91(4):450-72.

MACALUSO A., NIMMO M.A., FOSTER J.E., COCKBURN M., MCMILLAN N.C., DE VITO G. Contractile muscle volume and agonist-antagonist coactivation account for differences in torque between young and older women. **Muscle Nerve.** 2002 Jun;25(6):858-63.

MAKIZAKO H., DOI T., SHIMADA H., YOSHIDA D., TSUTSUMIMOTO K., UEMURA K., *ET AL.* Does a multicomponent exercise program improve dual-task performance in amnesic mild cognitive impairment? A randomized controlled trial. **Aging Clin Exp Res.** 2012 Dec;24(6):640-6.

MANINI T.M., CLARK B.C., NALLS M.A., GOODPASTER B.H., PLOUTZ-SNYDER L.L., HARRIS T.B. Reduced physical activity increases intermuscular adipose tissue in healthy young adults. **Am J Clin Nutr.** 2007 Feb;85(2):377-84.

MCCARTNEY N., MCKELVIE R.S., MARTIN J., SALE D.G., MACDOUGALL J.D. Weight-training-induced attenuation of the circulatory response of older males to weight lifting. **J Appl Physiol (1985).** 1993 Mar;74(3):1056-60.

MCLAFFERTY C.L. JR, WETZSTEIN C.J., HUNTER G.R. Resistance training is associated with improved mood in healthy older adults. **Percept Mot Skills.** 2004 Jun;98(3 Pt 1):947-57.

MCLEAN R.R., SHARDELL M.D., ALLEY D.E., CAWTHON P.M., FRAGALA M.S., HARRIS T.B., *et al.* Criteria for clinically relevant weakness and low lean mass and their longitudinal association with incident mobility impairment and mortality: the foundation for the National Institutes of Health (FNIH) sarcopenia project. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 2014 May;69(5):576-83.

MISZKO T.A., CRESS M.E., SLADE J.M., COVEY C.J., AGRAWAL S.K., DOERR C.E. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 2003 Feb;58(2):171-5.

MITCH W.E. Malnutrition is an unusual cause of decreased muscle mass in chronic kidney disease. **J Ren Nutr.** 2007 Jan;17(1):66-9.

MITCHELL J.H., PAYNE F.C., SALTIN B., SCHIBYE B. The role of muscle mass in the cardiovascular response to static contractions. **J Physiol.** 1980 Dec; 309:45-54.

MOINUDDIN I., LEEHEY D.J. A comparison of aerobic exercise and resistance training in patients with and without chronic kidney disease. **Adv Chronic Kidney Dis.** 2008 Jan;15(1):83-96.

MOORE A.Z., CATUREGLI G., METTER E.J., MAKROGIANNIS S., RESNICK S.M., HARRIS T.B., *et al.* Difference in muscle quality over the adult life span and biological correlates in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. **J Am Geriatr Soc.** 2014 Feb;62(2):230-6.

MORAES-SILVA I.C., MOSTARDA C.T., SILVA-FILHO A.C., IRIGOYEN M.C. Hypertension and Exercise Training: Evidence from Clinical Studies. **Adv Exp Med Biol.** 2017; 1000:65-84.

MORIE M., REID K.F., MICIEK R., LAJEVARDI N., CHOONG K., KRASNOFF J.B., *et al.* Habitual physical activity levels are associated with performance in measures of physical function and mobility in older men. **J Am Geriatr Soc.** 2010 Sep;58(9):1727-33.

MORITANI T., DEVRIES H.A. Potential for gross muscle hypertrophy in older men. **J Gerontol.** 1980 Sep;35(5):672-82.

MORSE C.I., THOM J.M., DAVIS M.G., FOX K.R., BIRCH K.M., NARICI M.V. Reduced plantarflexor specific torque in the elderly is associated with a lower activation capacity. **Eur J Appl Physiol.** 2004 Jun;92(1-2):219-26.

MORSE C.I., THOM J.M., MIAN O.S., MUIRHEAD A., BIRCH K.M., NARICI M.V. Muscle strength, volume and activation following 12-month resistance training in 70-year-old males. **Eur J Appl Physiol.** 2005 Oct;95(2-3):197-204.

MOTL R.W., MCAULEY E. Physical activity, disability, and quality of life in older adults. **Phys Med Rehabil Clin N Am.** 2010 May;21(2):299-308.

MOZAFFARIAN D., BENJAMIN E.J., GO A.S., ARNETT D.K., BLAHA M.J., CUSHMAN M., *et al*; American Heart Association Statistics Committee; Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2016 Update: A Report From the American Heart Association. **Circulation.** 2016 Jan 26;133(4): e38-360.

MÜHLBERG W., SIEBER C. Sarcopenia and frailty in geriatric patients: implications for training and prevention. **Z Gerontol Geriatr.** 2004 Feb;37(1):2-8.

NADER G.A. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. **Med Sci Sports Exerc.** 2006 Nov;38(11):1965-70.

NARICI M.V., MAGANARIS C.N., REEVES N.D., Capodaglio P. Effect of aging on human muscle architecture. **J Appl Physiol (1985).** 2003 Dec;95(6):2229-34.

NARICI M.V., REEVES N.D., MORSE C.I., MAGANARIS C.N. Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly. **J Musculoskelet Neuronal Interact.** 2004 Jun;4(2):161-4.

NELSON R.M., SODERBERG G.L., URBSCHHEIT N.L. Alteration of motor-unit discharge characteristics in aged humans. **Phys Ther.** 1984 Jan;64(1):29-34.

NICKLAS B.J., BRINKLEY T.E. Exercise training as a treatment for chronic inflammation in the elderly. **Exerc Sport Sci Rev.** 2009 Oct;37(4):165-70.

NIELSON C.M., SRIKANTH P., ORWOLL E.S. Obesity and fracture in men and women: an epidemiologic perspective. **J Bone Miner Res.** 2012 Jan;27(1):1-10.

PALMER T.B., THIELE R.M., THOMPSON B.J. Age-Related Differences in Maximal and Rapid Torque Characteristics of the Hip Extensors and Dynamic Postural Balance in Healthy, Young and Old Females. **J Strength Cond Res.** 2017 Feb;31(2):480-488.

PALMER T.B., THIELE R.M., WILLIAMS K.B., ADAMS B.M., AKEHI K., SMITH D.B., *et al.* The identification of fall history using maximal and rapid isometric torque characteristics of the hip extensors in healthy, recreationally active elderly females: a preliminary investigation. **Aging Clin Exp Res.** 2015 Aug;27(4):431-8.

PAPA E.V., DONG X., HASSAN M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. **Clin Interv Aging.** 2017 Jun 13; 12:955-961.

PASCO J.A., GOULD H., BRENNAN S.L., NICHOLSON G.C., KOTOWICZ M.A.

Musculoskeletal deterioration in men accompanies increases in body fat. **Obesity (Silver Spring)**. 2014 Mar;22(3):863-7.

PEARSON S.J., YOUNG A., MACALUSO A., DEVITO G., NIMMO M.A., COBBOLD M., *et al.* Muscle function in elite master weightlifters. **Med Sci Sports Exerc**. 2002 Jul;34(7):1199-206.

PENNINX B.W., KRITCHEVSKY S.B., NEWMAN A.B., NICKLAS B.J., SIMONSICK E.M., RUBIN S., *et al.* Inflammatory markers and incident mobility limitation in the elderly. **J Am Geriatr Soc**. 2004 Jul;52(7):1105-13.

PENNINX B.W., MESSIER S.P., REJESKI W.J., WILLIAMSON J.D., DIBARI M., CAVAZZINI C., *et al.* Physical exercise and the prevention of disability in activities of daily living in older persons with osteoarthritis. **Arch Intern Med**. 2001 Oct 22;161(19):2309-16.

PETERSON M.D., DUCHOWNY K., MENG Q., WANG Y., CHEN X., ZHAO Y. Low Normalized Grip Strength is a Biomarker for Cardiometabolic Disease and Physical Disabilities Among U.S. and Chinese Adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2017 Oct 12;72(11):1525-1531.

PETERSON M.D., MAHMOUDI E. Healthcare utilization associated with obesity and physical disabilities. **Am J Prev Med**. 2015 Apr;48(4):426-35.

PETERSON M.D., RHEA M.R., SEN A., GORDON P.M. Resistance exercise for muscular strength in older adults: a meta-analysis. **Ageing Res Rev**. 2010 Jul;9(3):226-37.

PETERSON M.D., SEN A., GORDON P.M. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. **Med Sci Sports Exerc**. 2011 Feb;43(2):249-58.

PETERSON M.D., ZHANG P., CHOKSI P., MARKIDES K.S., AL SNIH S. Muscle Weakness Thresholds for Prediction of Diabetes in Adults. **Sports Med**. 2016 May;46(5):619-28.

PHILLIPS S.K., BRUCE S.A., NEWTON D., WOLEDGE R.C. The weakness of old age is not due to failure of muscle activation. **J Gerontol**. 1992 Mar;47(2):M45-9.

PHILLIPS S.M. Resistance exercise: good for more than just Grandma and Grandpa's muscles. **Appl Physiol Nutr Metab**. 2007 Dec;32(6):1198-205.

PIEPOLI M.F., CONRAADS V., CORRÀ U., DICKSTEIN K., FRANCIS D.P., JAARSMA T., *et al.* Exercise training in heart failure: from theory to practice. A consensus document of the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. **Eur J Heart Fail**. 2011 Apr;13(4):347-57.

PIÑA I.L., APSTEIN C.S., BALADY G.J., BELARDINELLI R., CHAITMAN B.R., DUSCHA B.D., *et al.* American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. Exercise and heart failure: A statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. **Circulation**. 2003 Mar 4;107(8):1210-25.

PITKÄLÄ K., SAVIKKO N., POYSTI M., STRANDBERG T., LAAKKONEN M.L. Efficacy of physical exercise intervention on mobility and physical functioning in older people with dementia: a systematic review. **Exp Gerontol**. 2013 Jan;48(1):85-93.

PLASSMAN B.L., LANGA K.M., FISHER G.G., HEERINGA S.G., WEIR D.R.,

- OFSTEDAL M.B., *et al.* Prevalence of dementia in the United States: the aging, demographics, and memory study. **Neuroepidemiology**. 2007;29(1-2):125-32.
- PRICE S.R., GOOCH J.L., DONALDSON S.K., Roberts-Wilson T.K. Muscle atrophy in chronic kidney disease results from abnormalities in insulin signaling. **J Ren Nutr**. 2010 Sep;20(5 Suppl): S24-8.
- QURESHI A.R., ALVESTRAND A., DANIELSSON A., DIVINO-FILHO J.C., GUTIERREZ A., LINDHOLM B., *et al.* Factors predicting malnutrition in hemodialysis patients: a cross-sectional study. **Kidney Int**. 1998 Mar;53(3):773-82.
- RADAEELLI R., BOTTON C.E., WILHELM E.N., BOTTARO M., BROWN L.E., LACERDA F., *et al.* Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women. **Age (Dordr)**. 2014 Apr;36(2):881-92.
- RAMÍREZ-CAMPILLO R., CASTILLO A., DE LA FUENTE C.I., CAMPOS-JARA C., ANDRADE D.C., ÁLVAREZ C., *et al.* High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women. **Exp Gerontol**. 2014 Oct; 58:51-7.
- RANTANEN T., GURALNIK J.M., FERRUCCI L., LEVEILLE S., FRIED L.P. Coimpairments: strength and balance as predictors of severe walking disability. **J Gerontol a Biol Sci Med Sci**. 1999 Apr;54(4):M172-6.
- RATAMESS N., ALVAR B., EVETOCH T.K., HOUSH T.J., KIBLER W.B., KRAEMER W. Progression models in resistance training for healthy adults [ACSM position stand]. **Med Sci Sports Exerc**. 2009; 41:687-708.
- RAUE U., SLIVKA D., MINCHEV K., TRAPPE S. Improvements in whole muscle and myocellular function are limited with high-intensity resistance training in octogenarian women. **J Appl Physiol (1985)**. 2009 May;106(5):1611-7.
- REEVES N.D., NARICI M.V., Maganaris C.N. Musculoskeletal adaptations to resistance training in old age. **Man Ther**. 2006 Aug;11(3):192-6.
- RIBEIRO F., COSTA R., Mesquita-Bastos J. Exercise training in the management of patients with resistant hypertension. **World J Cardiol**. 2015 Feb 26;7(2):47-51.
- ROCKWOOD K., MITNITSKI A. Frailty in relation to the accumulation of deficits. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2007 Jul;62(7):722-7.
- RODRIGUEZ-MAÑAS L., FRIED L.P. Frailty in the clinical scenario. **Lancet**. 2015 Feb 14;385(9968): e7-e9.
- RUIZ J.R., SUI X., LOBELO F., MORROW J.R. JR, JACKSON A.W., SJÖSTRÖM M., *et al.* Association between muscular strength and mortality in men: prospective cohort study. **BMJ**. 2008 Jul 1;337(7661): a439.
- RYU M., JO J., LEE Y., CHUNG Y.S., KIM K.M., BAEK W.C. Association of physical activity with sarcopenia and sarcopenic obesity in community-dwelling older adults: the Fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey. **Age Ageing**. 2013 Nov;42(6):734-40.
- SAMBROOK P., COOPER C. Osteoporosis. **Lancet**. 2006 Jun 17;367(9527):2010-8
- SARDELI A.V., TOMELERI C.M., CYRINO E.S., FERNHALL B., CAVAGLIERI C.R., CHACON-MIKAHIL M.P.T. Effect of resistance training on inflammatory markers of older adults: A meta-analysis. **Exp Gerontol**. 2018 Oct 1; 111:188-196.

- SCHOENFELD B.J. Postexercise hypertrophic adaptations: a reexamination of the hormone hypothesis and its applicability to resistance training program design. **J Strength Cond Res.** 2013 Jun;27(6):1720-30.
- SCHRAGER M.A., METTER E.J., SIMONSICK E., BLE A., BANDINELLI S., LAURETANI F., *et al.* Sarcopenic obesity and inflammation in the InCHIANTI study. **J Appl Physiol (1985).** 2007 Mar;102(3):919-25.
- SEGUIN R., NELSON M.E. The benefits of strength training for older adults. **Am J Prev Med.** 2003 Oct;25(3 Suppl 2):141-9.
- SERRA-REXACH J.A., BUSTAMANTE-ARA N., HIERRO VILLARÁN M., GONZÁLEZ GIL P., SANZ IBÁÑEZ M.J., BLANCO SANZ N., *et al.* Short-term, light- to moderate-intensity exercise training improves leg muscle strength in the oldest old: a randomized controlled trial. **J Am Geriatr Soc.** 2011 Apr;59(4):594-602.
- SHERRINGTON C., MICHALEFF Z.A., FAIRHALL N., PAUL S.S., TIEDEMANN A., WHITNEY J., *et al.* Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. **Br J Sports Med.** 2017 Dec;51(24):1750-1758.
- SHERRINGTON C., WHITNEY J.C., LORD S.R., HERBERT R.D., CUMMING R.G., CLOSE J.C. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. **J Am Geriatr Soc.** 2008 Dec;56(12):2234-43.
- SHINOHARA M. Adaptations in motor unit behavior in elderly adults. **Curr Aging Sci.** 2011 Dec;4(3):200-8.
- SHIROMA E.J., COOK N.R., MANSON J.E., MOORTHY M.V., BURING J.E., RIMM E.B., *et al.* Strength Training and the Risk of Type 2 Diabetes and Cardiovascular Disease. **Med Sci Sports Exerc.** 2017 Jan;49(1):40-46.
- SINGH N.A., STAVRINOS T.M., SCARBEEK Y., GALAMBOS G., LIBER C., FIATARONE SINGH M.A. A randomized controlled trial of high versus low intensity weight training versus general practitioner care for clinical depression in older adults. **J Gerontol a Biol Sci Med Sci.** 2005 Jun;60(6):768-76.
- SKELTON D.A., YOUNG A., GREIG C.A., MALBUT K.E. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. **J Am Geriatr Soc.** 1995 Oct;43(10):1081-7.
- SLEMENDA C., BRANDT K.D., HEILMAN D.K., MAZZUCA S., BRAUNSTEIN E.M., KATZ B.P., *et al.* Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. **Ann Intern Med.** 1997 Jul 15;127(2):97-104.
- SOUSA N., MENDES R., MONTEIRO G., ABRANTES C. Progressive resistance strength training and the related injuries in older adults: the susceptibility of the shoulder. **Aging Clin Exp Res.** 2014 Jun;26(3):235-40.
- SPIERING B.A., KRAEMER W.J., ANDERSON J.M., ARMSTRONG L.E., NINDL B.C., VOLEK J.S., *et al.* Resistance exercise biology: manipulation of resistance exercise programme variables determines the responses of cellular and molecular signalling pathways. **Sports Med.** 2008;38(7):527-40.
- SPIRDUSO W.W., CRONIN D.L. Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. **Med Sci Sports Exerc.** 2001 Jun;33(6 Suppl):S598-608; discussion S609-10.
- STEFFENS D.C., FISHER G.G., LANGA K.M., POTTER G.G., PLASSMAN B.L. Prevalence of depression among older Americans: the Aging, Demographics and

Memory Study. *Int Psychogeriatr*. 2009 Oct;21(5):879-88.

STEIB S., SCHOENE D., PFEIFER K. Dose-response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 2010 May;42(5):902-14.

STENROTH L., PELTONEN J., CRONIN N.J., SIPILÄ S., FINNI T. Age-related differences in Achilles tendon properties and triceps surae muscle architecture in vivo. *J Appl Physiol (1985)*. 2012 Nov;113(10):1537-44.

STRAIGHT C.R., LINDHEIMER J.B., BRADY A.O., DISHMAN R.K., EVANS E.M. Effects of Resistance Training on Lower-Extremity Muscle Power in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Sports Med*. 2016 Mar;46(3):353-64.

STRASSER B., SCHOBERSBERGER W. Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. *J Obes*. 2011; 2011:482564.

SUETTA C., ANDERSEN J.L., DALGAS U., BERGET J., KOSKINEN S., AAGAARD P., *et al*. Resistance training induces qualitative changes in muscle morphology, muscle architecture, and muscle function in elderly postoperative patients. *J Appl Physiol (1985)*. 2008 Jul;105(1):180-6.

SUZUKI T., SHIMADA H., MAKIZAKO H., DOI T., YOSHIDA D., TSUTSUMIMOTO K., *et al*. Effects of multicomponent exercise on cognitive function in older adults with amnesic mild cognitive impairment: a randomized controlled trial. *BMC Neurol*. 2012 Oct 31; 12:128.

TANASESCU M., LEITZMANN M.F., RIMM E.B., WILLETT W.C., STAMPFER M.J., HU F.B. Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. *JAMA*. 2002 Oct 23-30;288(16):1994-2000.

TAPPS T., PASSMORE T., LINDENMEIER D., BISHOP. An Investigation into the Effects of Resistance Based Physical Activity Participation on Depression of Older Adults in a Long-term Care Facility. *Therapeutic recreation journal*. 2013;21(21):1.

TARAZONA-SANTABALBINA F.J., GÓMEZ-CABRERA M.C., PÉREZ-ROS P., MARTÍNEZ-ARNAU F.M., CABO H., TSAPARAS K., *ET AL*. A Multicomponent Exercise Intervention that Reverses Frailty and Improves Cognition, Emotion, and Social Networking in the Community-Dwelling Frail Elderly: A Randomized Clinical Trial. *J Am Med Dir Assoc*. 2016 May 1;17(5):426-33.

TAYLOR D., HALE L., SCHLUTER P., WATERS D.L., BINNS E.E., MCCRACKEN H., *et al*. Effectiveness of tai chi as a community-based falls prevention intervention: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2012 May;60(5):841-8.

TETSUKA K., HOSHI T., SUMIYA E., KITAKOJI H., YADA Y., HONGO F., *et al*. The influence of aging on renal blood flow in human beings. *J Med Ultrason (2001)*. 2003 Dec;30(4):247-51.

THEOU O., JONES G.R., VANDERVOORT A.A., JAKOBI J.M. Daily muscle activity and quiescence in non-frail, pre-frail, and frail older women. *Exp Gerontol*. 2010 Dec;45(12):909-17.

THOMPSON B.J., RYAN E.D., HERDA T.J., COSTA P.B., HERDA A.A., CRAMER J.T. Age-related changes in the rate of muscle activation and rapid force characteristics. *Age (Dordr)*. 2014 Apr;36(2):839-49.

TOMLINSON D.J., ERSKINE R.M., WINWOOD K., MORSE C.I., ONAMBÉLÉ G.L. The

- impact of obesity on skeletal muscle architecture in untrained young vs. old women. **J Anat.** 2014 Dec;225(6):675-84.
- TOPP R., BOARDLEY D., MORGAN A.L., FAHLMAN M., MCNEVIN N. Exercise and functional tasks among adults who are functionally limited. **West J Nurs Res.** 2005 Apr;27(3):252-70.
- TAI C.L., WANG C.H., PAN C.Y., CHEN F.C. The effects of long-term resistance exercise on the relationship between neurocognitive performance and GH, IGF-1, and homocysteine levels in the elderly. **Front Behav Neurosci.** 2015 Feb 10; 9:23.
- TSUTSUMI T., DON B.M., ZAICHKOWSKY L.D., DELIZONNA L.L. Physical fitness and psychological benefits of strength training in community dwelling older adults. **Appl Human Sci.** 1997 Nov;16(6):257-66.
- TSUTSUMI T., DON B.M., ZAICHKOWSKY L.D., TAKENAKA K., OKA K., OHNO T. Comparison of high and moderate intensity of strength training on mood and anxiety in older adults. **Percept Mot Skills.** 1998 Dec;87(3 Pt 1):1003-11.
- TUTTLE L.J., SINACORE D.R., MUELLER M.J. Intermuscular adipose tissue is muscle specific and associated with poor functional performance. **J Aging Res.** 2012; 2012:172957.
- UNHJEM R., NYGÅRD M., VAN DEN HOVEN L.T., SIDHU S.K., HOFF J., WANG E. Lifelong strength training mitigates the age-related decline in efferent drive. **J Appl Physiol (1985).** 2016 Aug 1;121(2):415-23.
- VALENZUELA T. Efficacy of progressive resistance training interventions in older adults in nursing homes: a systematic review. **J Am Med Dir Assoc.** 2012 Jun;13(5):418-28.
- VETTOR R., MILAN G., FRANZIN C., SANNA M., DE COPPI P., RIZZUTO R., *et al.* The origin of intermuscular adipose tissue and its pathophysiological implications. **Am J Physiol Endocrinol Metab.** 2009 Nov;297(5): E987-98.
- VILLAREAL D.T., SMITH G.I., SINACORE D.R., SHAH K., Mittendorfer B. Regular multicomponent exercise increases physical fitness and muscle protein anabolism in frail, obese, older adults. **Obesity (Silver Spring).** 2011 Feb;19(2):312-8.
- VINGREN J.L., KRAEMER W.J., RATAMESS N.A., ANDERSON J.M., VOLEK J.S., MARESH C.M. Testosterone physiology in resistance exercise and training: the upstream regulatory elements. **Sports Med.** 2010 Dec 1;40(12):1037-53.
- VISSER M., PAHOR M., TAAFFE D.R., GOODPASTER B.H., SIMONSICK E.M., NEWMAN A.B., *et al.* Relationship of interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha with muscle mass and muscle strength in elderly men and women: the Health ABC Study. **J Gerontol a Biol Sci Med Sci.** 2002 May;57(5):M326-32.
- WEISS C.O. Frailty and chronic diseases in older adults. **Clin Geriatr Med.** 2011 Feb;27(1):39-52.
- WHELTON P.K., CAREY R.M., ARONOW W.S., CASEY D.E. JR, COLLINS K.J., Dennison Himmelfarb C., *et al.* 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. **Hypertension.** 2018 Jun;71(6):1269-1324.

WHO. World Health Organization. **International classification of functioning, disability, and health**. ICF. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2001.

WRIGHT N.C., LOOKER A.C., SAAG K.G., CURTIS J.R., DELZELL E.S., RANDALL S., *et al.* The recent prevalence of osteoporosis and low bone mass in the United States based on bone mineral density at the femoral neck or lumbar spine. **J Bone Miner Res**. 2014 Nov;29(11):2520-6. doi: 10.1002/jbmr.2269. PMID: 24771492; PMCID: PMC4757905.

XUE Q.L. The frailty syndrome: definition and natural history. **Clin Geriatr Med**. 2011 Feb;27(1):1-15.

XUE Q.L., BEAMER B.A., CHAVES P.H., GURALNIK J.M., FRIED L.P. Heterogeneity in rate of decline in grip, hip, and knee strength and the risk of all-cause mortality: the Women's Health and Aging Study II. **J Am Geriatr Soc**. 2010 Nov;58(11):2076-84.

YUE G.H., RANGANATHAN V.K., SIEMIONOW V., LIU J.Z., SAHGAL V. Older adults exhibit a reduced ability to fully activate their biceps brachii muscle. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 1999 May;54(5):M249-53.

ZANUSO S., SIEVERDES J., SMITH N., CARRARO A., BERGAMIN M. The Effect of a Strength Training Program on Affect, Mood, Anxiety, and Strength Performance in Older Individuals. **International journal of sport psychology**. 2012; 43(1).

ZWIJSEN S., DEPLA M., NIEMEIJER A., FRANCKE A., HERTOOGH, C. The concept of restraint in nursing home practice: A mixed-method study in nursing homes for people with dementia. **International Psychogeriatrics**; 2011; 23(5), 826-834.