



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Educação e Humanidades

Instituto de Educação Física e Desportos

Lilliany de Souza Cordeiro

Influência de dois diferentes programas de exercícios resistidos sobre o equilíbrio, função muscular e morfológica/arquitetônica, autonomia funcional e biomarcadores plasmáticos antioxidantes em idosos

Rio de Janeiro

2024

INFLUÊNCIA DE DOIS DIFERENTES PROGRAMAS DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS SOBRE O EQUILÍBRIO, FUNÇÃO MUSCULAR E MORFOLÓGICA/ARQUITETÔNICA, AUTONOMIA FUNCIONAL E BIOMARCADORES PLASMÁTICOS ANTIOXIDANTES EM IDOSOS

RESUMO

Contextualização: O envelhecimento muscular está relacionado a uma diminuição acentuada da massa muscular e da função física. O treinamento resistido (TR) é uma modalidade de exercício físico com o intuito de melhorar a capacidade de produção de força e aumentar a massa muscular através das modificações dos componentes da arquitetura muscular, tais como ângulo de penação e comprimento do fascículo. O estresse oxidativo aumenta com o envelhecimento e está associado ao desuso e perda de fibras musculares associados à sarcopenia, contribuindo para incidência de doenças metabólicas e neurológicas degenerativas. O TR é o principal agente para combater a deterioração da capacidade funcional observado com o envelhecimento, contudo suas variáveis determinam seus benefícios. **Objetivo:** Investigar os efeitos de dois protocolos de TR sobre o equilíbrio, função muscular e morfológica/arquitetônica, autonomia funcional e biomarcadores plasmáticos antioxidantes em idosos. **Método:** Este documento se refere à pesquisa realizada por meio da aplicação de ações metodológicas distintas. A primeira e a segunda se referem a realização de duas revisões sistemáticas de acordo com a metodologia PRISMA para analisar os efeitos do TR na arquitetura muscular e nos antioxidantes endógenos em idosos, respectivamente. A terceira ação será um ensaio clínico randomizado em que a amostra do estudo será dividida em 3 grupos para serem submetidos a diferentes intervenções (Treinamento Resistido Tradicional, Treinamento de Potência e Controle). Serão analisadas variáveis de equilíbrio, de função muscular e morfológica/arquitetônica, da autonomia funcional e de biomarcadores plasmáticos antioxidantes em idosos. **Resultados esperados:** Os idosos submetidos ao treinamento de potência poderão obter resultados semelhantes aos dos indivíduos do grupo de TR tradicional. Isso pode apontar uma possibilidade de treinamento seguro, eficaz e melhora em todos os desfechos avaliados.

Palavras-chave: potência, catalase, glutathione peroxidase, superóxido desmutase, comprimento do fascículo, ângulo de penação.

INFLUENCE OF TWO DIFFERENT RESISTANCE EXERCISE PROGRAMS ON BALANCE, MUSCLE AND MORPHOLOGICAL/ARCHITECTURAL FUNCTION, FUNCTIONAL AUTONOMY AND ANTIOXIDANT PLASMA BIOMARKERS IN THE OLDER

ABSTRACT

Background: Muscle aging is related to a marked decrease in muscle mass and physical function. Resistance training (RT) is a type of physical exercise with the aim of improving the capacity to produce force and increase muscle mass through modifications of the components of muscular architecture, such as pennation angle and fascicle length. Oxidative stress increases with aging and is associated with disuse and loss of muscle fibers associated with sarcopenia, contributing to the incidence of degenerative metabolic and neurological diseases. RT is the main agent to combat the deterioration in functional capacity observed with aging, however its variables determine its benefits. Objective: To investigate the effects of two RT protocols on balance, muscular and morphological/architectural function, functional autonomy and plasma antioxidant biomarkers in elderly people. Method: This document refers to research carried out through the application of different methodological actions. The first and second refer to the performance of two systematic reviews according to the PRISMA methodology to analyze the effects of RT on muscle architecture and endogenous antioxidants in the elderly, respectively. The third action will be a randomized clinical trial in which the study sample will be divided into 3 groups to be subjected to different interventions (Traditional Resistance Training, Power Training and Control). Variables of balance, muscular and morphological/architectural function, functional autonomy and plasma antioxidant biomarkers in the elderly will be analyzed. Expected results: Elderly people undergoing power training will be able to obtain results similar to those of individuals in the traditional RT group. This may point to the possibility of safe and effective training and improvements in all evaluated outcomes.

Keywords: power, catalase, glutathione peroxidase, superoxide dismutase, fascicle length, angle of pennation.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento muscular está relacionado a uma diminuição acentuada da massa muscular e da função física. Calcula-se que esta condição associada à idade, reduz a massa muscular magra em 1-2%/ano após os 50 anos de idade, dependendo do grupo muscular e do nível de atividade física da pessoa (Doherty, 2003; Alcazar et al., 2018; Isenmann et al., 2023).

A perda de massa muscular explica apenas 6-10% da perda de força observada em idosos (Manini e Clark, 2012). A fraqueza relacionada à idade pode ser atribuída a uma capacidade de geração de força intrínseca prejudicada e anormalidades nas propriedades contráteis da fibra muscular, no metabolismo, no acoplamento excitação-contração e na ativação muscular (Crozara et al., 2013; Tieland et al., 2018).

Idosos perdem 40% de sua massa muscular aos 80 anos devido à atrofia e redução de fibras, com uma perda preferencial na área transversal (ASTA) de fibras rápidas que contém miosina tipo II. Essas fibras geram de quatro a seis vezes mais potência por unidade de massa do que fibras lentas, tipo I (Lexel, 1995). Dessa forma, a potência muscular esquelética diminui mais cedo que a força muscular com o avanço da idade e está mais fortemente associada ao desempenho em testes funcionais do que de força nas populações idosas (Isquierdo e Cadore, 2014).

Nesse sentido, a diminuição de força e potência muscular podem afetar o equilíbrio e a marcha. Essas alterações com o envelhecimento influenciam a biomecânica do movimento do indivíduo. Idosos ativam inadequadamente os músculos antagonistas com mais frequência, além de, tenderem a ativar os músculos em uma sequência proximal para distal enquanto tentam manter o equilíbrio e maiores deslocamentos do centro de pressão (tornozelo) (Osoba et al., 2019). Acrescenta-se maior tempo para atingir o pico de torque, menor rigidez no complexo músculo-tendão, resultando em menor transferência de força do músculo para o osso (Crozara et al., 2013).

Aumentar a coativação muscular em idosos durante a locomoção funciona como um mecanismo compensatório para elevar a rigidez articular e assim melhorar a estabilidade dos membros inferiores. No entanto, maior coativação antagonista-músculo tenderia limitar todo o potencial da articulação, produção de torque e amplitude de movimento, especialmente em tarefas motoras dinâmicas (Holsgaard-Larsen et al., 2011). Gatts (2008) e Kwon et al. (2018) acrescentam que essas alterações biomecânicas estão associadas à falta de capacidade de gerar

força muscular e demandam melhor organização das respostas musculares, pois a redução no desempenho do músculo esquelético pode ser influenciada por estímulos mecânicos produzidos com o treinamento físico capaz de modificar a arquitetura muscular (Franchi et al., 2014). Cumpre observar a existência de uma relação entre as mudanças arquitetônicas e a capacidade funcional do ser humano na execução de atividades da vida diária (Guadagnin et al., 2019).

Em recente revisão, Cordeiro et al. (2023) mostraram melhora na força isométrica máxima, ângulo de penação, comprimento do fascículo, espessura e ativação muscular após intervenções de treinamento resistido (TR) em idosos saudáveis. Essa meta-análise sugere potencial melhora na espessura do gastrocnêmio medial após a intervenção nessa população. Acrescentam ainda a importância em identificar qual tipo de TR promove modificações da função muscular através das alterações da arquitetura dos músculos esqueléticos, já que são determinantes na geração de força e na capacidade de excursão de um músculo (Franchi et al., 2014). Contudo, há evidências científicas que sugerem que o estresse oxidativo tem papel na mediação induzida pelo desuso muscular e perda de fibras musculares associados à sarcopenia (Leite et al., 2012). A adoção de estratégias que reduzam o dano oxidativo ou melhorem os sistemas de defesa antioxidante pode produzir efeitos antienvhecimento.

Os sistemas antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos são estrategicamente localizados entre sangue, citoplasma e mitocôndrias, e trabalham juntos para regular a quantidade de oxidantes. As enzimas antioxidantes endógenas superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) representam a primeira linha de defesa celular contra o dano muscular (Powers et al., 2020). E dentre os antioxidantes não enzimáticos, destaca-se a glutationa redutase (GSH) como o maior antioxidante intracelular endógeno (Espinosa-Diez et al., 2015).

Segundo Murphy et al. (2011), há uma tendência de tratar todos os antioxidantes como se fossem iguais, quando na verdade cada um tem suas próprias propriedades químicas e reatividade seletiva com tipos específicos das espécies reativas, bem como uma heterogeneidade nos efeitos potenciais dentro de um ambiente biológico. Além disso, variados protocolos de treinamento em idosos podem induzir a diferentes níveis de enzimas antioxidantes (Gargalo et al., 2018; Sbardelotto et al., 2017), em diferentes tecidos: coração, fígado e cérebro, além dos músculos.

O TR é uma modalidade de exercício físico com o intuito de melhorar a capacidade de produção de tensão e aumentar a quantidade de massa muscular (área de secção transversa) de seus praticantes (Evans, 2019). Esse tipo de exercício realizado pode melhorar a capacidade

de realização das atividades da vida diária (Silva et al., 2018) e manter e/ou aumentar a força muscular em idosos (Balachandran et al., 2022; Borde et al., 2015; Byrne et al., 2016; Fiatarone et al., 1990; Isquierdo e Cadore, 2014; Orssatto et al., 2018; Tschopp et al., 2011). As recomendações tradicionais de treinamento de força baseadas em prescrições de exercícios relacionados à saúde para idosos neutralizam ou pelo menos atenuam o declínio da função neuromuscular induzido pelo envelhecimento (Donath et al., 2015).

Dessa forma, estratégias de treinamento podem ser diversificadas. Os exercícios uniarticulares são importantes quando a necessidade de otimizar a capacidade de tensão é prioridade. Para isso alguns ajustes são necessários para criar o melhor cenário mecânico, tais como: apoio e restrição próximos da articulação, garantindo que o desafio seja focado; perfil da resistência compatível com o perfil da força; e controle sobre a cadência para que a compensação não seja incentivada (Purvis e Malucelli, 2017).

A estratégia de diminuir intencionalmente o ritmo do movimento a cada repetição aumenta o tempo sob tensão (TST) e junto aumentar a ativação muscular para um determinado número de repetições, e dessa forma, mediar positivamente o anabolismo intracelular, promovendo uma maior resposta hipertrófica. A utilização de diferentes cadências para determinadas fases do movimento pode modificar as respostas adaptativas pós-exercício e o tempo sob tensão da série, de acordo com o número de repetições realizadas (Wilk et al., 2021).

No treinamento com cadência lenta, amplamente popularizado pelo fundador do Nautilus, Arthur Jones argumentou que de forma lenta e controlada levaria a redução do impulso. Assim como os efeitos da inércia, uma tensão muscular mais focada e a acentuação de outros fatores implicam no desenvolvimento muscular, com maior estresse metabólico e a tensão muscular, que estão associados a adaptações morfológicas e neurológicas (Davies et al., 2017).

Entretanto, uma capacidade reduzida para movimentos de alta velocidade e atraso na capacidade de resposta a quedas acidentais nos membros inferiores e superiores tem sido associada ao risco de perda de independência e deficiência. Sendo assim, um treino mais rápido tem o potencial de oferecer aos indivíduos uma maior melhoria global da função muscular tanto quanto ou maior em comparação ao movimento mais lento em idosos (Barros et al., 2013; Lindberg et al., 2022; Pereira et al., 2006; Radaelli et al., 2013, 2018; Ramirez-Campillo et al., 2014; Rodriguez-Lopez et al., 2022) e maior taxa de desenvolvimento de força (Barros et al., 2013; Lindberg et al., 2022; Radaelli et al., 2018; Rodriguez-Lopez et al., 2022).

No processo de degeneração neuromuscular, a perda de fibras e função muscular estão associadas ao processo de envelhecimento e ao estresse oxidativo. O TR pode aumentar as atividades enzimáticas antioxidantes, promovendo adaptações benéficas no estado redox do músculo esquelético em idosos (Mesquita et al., 2021; Ismaeel et al., 2019). A necessidade de investigar a interação entre antioxidantes endógenos e variáveis de RT em pessoas mais velhas saudáveis é importante para atingir locais sensíveis a redox no músculo, que são responsáveis pela regulação redox da adaptação muscular e fadiga muscular mediada por oxidante. No entanto, os efeitos protetores contra danos oxidativos e sua influência nos ganhos de força e hipertrofia em indivíduos mais velhos saudáveis ainda não são bem esclarecidos na literatura.

Durante ações de força explosiva com pesos leves, a resistência é maior no início do movimento (fase de aceleração) e a necessidade de atividade muscular máxima diminui à medida que o movimento prossegue com concomitante redução de força e potência (Garcia-Lopez et al., 2010). A escolha da ação excêntrica de velocidade lenta na prescrição, com 2 ou 3 s de duração, pode estar relacionado com maiores níveis de ativação dos agonistas, aumentos da área de secção transversa e, por consequência, maior força (Orssato et al., 2018).

Nesse contexto, há semelhanças no ganho de força dinâmica, força máxima e potência em estudos de TR com variadas velocidades de execução, no entanto, não está claro se a resposta hipertrófica apresenta os mesmos resultados. Aumentar a massa muscular pode não ser um fator determinante para aumentar a força, mas impacta diretamente na saúde endócrina e metabólica do indivíduo. Além disso, a sarcopenia está associada a um maior risco de mortalidade, independente da população, pois predispõe indivíduos a quedas, fraturas, hospitalização e mortalidade (Xu et al., 2022).

A perda da massa muscular e da força também estão relacionadas com o nível de estresse oxidativo aumentado com o envelhecimento, que pode estar relacionado com a incidência de doenças metabólicas e neurológicas degenerativas (Marcos-Pardo et al., 2024).

No decorrer dos últimos anos, revisões (Balachandran et al., 2022; Byrne et al., 2016; Daives et al., Orssato 2019, Tschopp et al., 2011) tentaram investigar a superioridade potencial da velocidade pretendida rápida versus resistência com velocidade moderada, principalmente na melhora da autonomia funcional, mas seus métodos sofrem de algumas limitações, especialmente no baixo número de estudos e na baixa qualidade dos mesmos. Desse modo, é necessário investigar sobre as variáveis de treinamento resistido que poderão impactar na sua segurança e na sua eficiência, tais como: cadência em cada fase da contração, intensidade, escolha dos exercícios e volume de treinamento (Orssato et al., 2018; Radaelli et

al., 2023), que servirão de sustentação para a elaboração dos argumentos e evidências para futuros estudos e aplicações práticas. Sendo assim, este capítulo busca investigar a resposta adaptativa do TR sobre o equilíbrio, função muscular e morfológica/arquitetônica, autonomia funcional e biomarcadores plasmáticos antioxidantes em idosos saudáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento

Trata-se de uma pesquisa experimental com testes pré e pós-tratamento de dois grupos experimentais e grupo controle, em que os sujeitos serão designados aleatoriamente tanto para o grupo controle como para os grupos experimentais. Os grupos serão pré-testados e os grupos experimentais serão expostos aos diferentes tratamentos, e então serão pós-testados, possibilitando observar se ocorreu qualquer mudança nas variáveis de estudo (Thomas, Nelson e Silverman, 2012).

Participantes

A amostra será composta por dois grupos de indivíduos sedentários submetidos a diferentes tipos de treinamento resistido e um grupo controle, residentes na cidade de Campos dos Goytacazes, RJ, pertencentes a faixa etária igual ou superior a 60 anos. Considerando o desenho experimental, a estimativa a priori do tamanho da amostra foi realizada no software G*Power, versão 3.1.9.4 (FAUL *et al.*, 2007), na seguinte condição: teste estatístico = ANOVA com medidas repetidas intra e intergrupos; tamanho do efeito = 0,25; alfa = 0,05; poder = 0,80; número de grupos = 3; número de medidas = 2; correlação entre medidas de repetição = 0,5. Com essas informações o software estimou o tamanho total da amostra (*n*) em 42 indivíduos. Assim, prevendo desistências, o estudo será iniciado com um mínimo 51 participantes divididos em três grupos com 17 indivíduos (~20% acima do valor estimado). Será solicitado aos participantes do estudo uma avaliação médica para iniciar a intervenção. Os critérios de inclusão são indivíduos aparentemente saudáveis, sem a participação em exercícios sistematizados por 3 meses, no mínimo (Lemmer *et al.*, 2000). Serão excluídos os indivíduos que apresentarem qualquer patologia que altere a marcha, além de evidência de doença coronariana, doença cardíaca, insuficiência cardíaca congestiva, hipertensão não controlada, doença pulmonar obstrutiva crônica, diabetes melito, insuficiência renal, deficiência ortopédica maior e smoking.

Procedimentos

Os procedimentos pré-intervenção serão divididos em três visitas para a coleta de todos os dados necessários. Na primeira visita, será esclarecido para cada indivíduo o processo de toda a coleta, no qual será solicitado o preenchimento do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e um atestado médico a fim de permitir a participação do indivíduo no estudo. Ainda nesse dia, serão realizadas avaliações antropométricas e avaliação cognitiva.

Na segunda visita serão realizados testes de alcance, de equilíbrio estático, de mobilidade (TUG) e os testes de força muscular.

Na terceira visita será realizado o protocolo de autonomia funcional. Na primeira semana, ou seja, desde a primeira visita, após os testes, será realizada toda a rotina de intervenção e exercícios dos testes de potência, como fase de aprendizagem motora em 3/4 sessões, pois, segundo Nascimento et al. (2013), essas sessões de aprendizagem são suficientes para estabelecer medidas de força consistentes e confiáveis em idosos que pretendem envolver-se em treinamento resistido.

Na semana seguinte será avaliada a estimativa de uma repetição máxima (1RM) para toda a rotina dividida em 2 sessões: 4 exercícios da rotina de intervenção como flexão de joelho, flexão de cotovelo, flexão horizontal de ombros, extensão de quadril; 5 exercícios da rotina de intervenção: extensão de cotovelo, extensão de joelho, flexão de quadril e extensão dos ombros, adução de quadril. Os exercícios de leg press e supino, que serão utilizados no teste de potência, também terão a estimativa de 1RM.

Serão solicitados os exames para avaliar biomarcadores plasmáticos (glutathione, superóxido dismutase e catalase) e o de ultrassonografia do vasto lateral antes de iniciarem o período de intervenção.

Após todo o período de avaliação, os grupos irão iniciar os períodos de intervenção de 16 semanas. As avaliações pós-treinamento deverão ser realizadas pelo menos 72 h após a última sessão de exercício para garantir que os participantes foram totalmente recuperados.

Avaliação Antropométrica e Cognitiva

Para medir a altura dos sujeitos, massa corporal e índice de massa corporal (IMC), uma balança mecânica será usada com uma capacidade de 150 kg com precisão de 100 g com um estadiômetro (Filizola, Brasil). Apenas um único avaliador experiente ($ICC > 0,90$) aferirá as medidas de todos os participantes do estudo e essas mesmas medidas serão posteriormente utilizadas para a realização do cálculo do índice de massa corporal (IMC) (Marfell-Jones, Stewart e Ridder., 2012).

Para a avaliação da cognição, será utilizado o Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) que constitui uma escala composta por várias questões agrupadas em sete categorias, cada uma dos quais é projetado para avaliar os seguintes elementos específicos de cognição: orientação de tempo e lugar (10 pontos); registro de três palavras (3 pontos); atenção e cálculo (5 pontos); lembrando as três palavras (3 pontos); idioma (9 pontos). A pontuação do MEEM pode variar de um mínimo de zero a um máximo de 30 pontos. Assim, é possível avaliar o declínio temporal da memória e de outras funções corticais superiores, como linguagem, praxia, capacidade de reconhecer e identificar objetos, abstração, organização, planejamento e sequenciamento (Bertolucci et al., 1994).

Equilíbrio Estático

Para a realização do teste de equilíbrio estático na posição semi-tandem, será solicitado ao participante que permaneça em pé, com os pés separados lateralmente por 2,5 cm e com o calcanhar do pé que estiver na frente afastado 2,5 cm do hálux do pé que estiver atrás. O participante poderá escolher qual pé ficará na frente e será orientado a tentar permanecer 30 segundos nesta posição, com os olhos fechados. Será registrado o tempo que ele for capaz de manter-se na posição sem dar um passo ou abrir os olhos (Sever et al., 2022).

Mobilidade - TUG

O “Timed up and go” (TUG) é aplicado segundo o preconizado pelos autores (Podsiadlo e Richardson, 1991). O idoso senta-se em uma cadeira com braços e recebe ordem de levantar-se e caminhar para frente até uma marca no piso, girar de volta e sentar-se na cadeira. O tempo dispendido é medido com cronômetro a partir da ordem de “vá”. Valores de tempo de menos de 10 segundos sugerem indivíduos totalmente livres e independentes; os pacientes que realizam o teste entre 10 e 19 segundos são independentes, pois têm razoável equilíbrio e velocidade de marcha e a maioria caminha livremente mais de 500 metros, sobe escadas e sai de casa sozinho. Aqueles que despendem entre 20 e 29 segundos estão em uma “zona cinzenta”, demonstram dificuldades para as tarefas da vida diária (Bretan et al., 2013). O TUG mostrou excelente confiabilidade teste-reteste (CCI = 0,99) em idosos.

Avaliação da autonomia funcional

Para a avaliação da autonomia funcional no desempenho das atividades da vida diária (AVD) será utilizado o protocolo GDLAM de avaliação da autonomia funcional (Dantas e Vale, 2004; Vale, 2005; Dantas *et al.*, 2014). Este protocolo é constituído dos seguintes testes:

a. caminhar 10 metros o mais rápido possível - C10m (Sipila et al., 1996); b. sentar-se e levantar-se da cadeira e locomover-se pela casa – LCLC (Andreotti e Okuma, 1999); c. levantar-se cinco vezes da posição sentada - LPS (Guralnik et al., 1994); d. levantar-se da posição decúbito ventral – LPDV (Alexander et al., 1997); e. vestir e tirar uma camiseta - VTC (Vale et al., 2006). Todos os testes serão realizados duas vezes, com intervalo de 5 minutos, em que o menor tempo, aferido em segundos, será considerado. Destes dados será calculado o índice de autonomia – IG (Vale, 2005).

Força muscular e Potência

Medidas de força muscular (em kg) dos membros inferiores e preensão palmar direita e esquerda serão realizados em dinamômetros de preensão dorsal e manual (Takei® - Tóquio, Japão). No teste com o dinamômetro dorsal, o sujeito ficará em pé no equipamento com os joelhos flexionados a $\sim 120^\circ$ com o tronco ereto. A barra de tração será posicionada ao nível da prega inguinal. O teste é realizado com a extensão dos joelhos (Flexão Q, J e Tornozelo) sem flexão do tronco (Johnson e Nelson, 1979). No início dos testes, a agulha será colocada na posição neutra (zero). No teste, a critério do avaliador comando de voz, o sujeito executa com força máxima. Em seguida, o examinador registrará a leitura da força aplicada pelo sujeito. O maior valor de três medições será registrado. O intervalo de descanso entre uma tentativa e outra será de 1 minuto (Hillman, 2005).

No teste de preensão manual, as medidas serão realizadas com os participantes sentados em posição ereta e com o braço da mão medida sem apoio e paralelo ao corpo. A largura da alça do dinamômetro será ajustada ao tamanho da mão de cada participante de forma que as falanges médias repousem na alça interna. Instruiremos os participantes a exercer força máxima. Começando com uma tentativa submáxima para se acostumar com o procedimento de teste, os participantes realizarão uma tentativa de teste máxima. O coeficiente de correlação intraclasse foi calculado para força de preensão manual (CCI = 0,99) (Muehlbauer, Stuerchler e Granacher, 2012).

A potência muscular será avaliada durante exercícios de leg press horizontal e supino na máquina Ma Chine (Keiser Sports Health Equipment Inc., Fresno, CA) utilizando carga correspondente a 70% de 1RM para leg e 50% para supino, no mesmo equipamento em que cada indivíduo realizou o teste de estimativa de 1RM. Os participantes realizarão duas séries de seis repetições com descanso de 3 minutos entre as séries. Eles serão incentivados a realizar cada repetição na maior velocidade intencional possível, tanto na fase concêntrica quanto na fase excêntrica do movimento. Duas medidas de produção de potência serão

utilizadas. A maior média da produção de potência das repetições da série e a maior produção de potência pico de todas as repetições serão consideradas para análise dos dados (Alcazar et al., 2018).

O valor de potência durante cada repetição será medido utilizando o Encoder Linear Peak Power 4.0 (CEFISE, Campinas, Brasil). A partir dessa medida, será calculada a média da produção de potência de todas as repetições de uma série. Esse equipamento funciona por meio de um cabo posicionado na barra por meio do qual o deslocamento é registrado eletronicamente, convertido digitalmente e transferido para o computador. O deslocamento é registrado em milímetros e um cronômetro registra o tempo em microssegundos (1×10^{-6} segundos). O software analisa informações de carga, tempo e deslocamento e calcula velocidade, aceleração e potência. Esses cálculos são feitos em fases concêntricas e excêntricas. Antes das medições, o equipamento é calibrado utilizando uma distância conhecida (1 m), que serve de referência para todos os demais deslocamentos. No exercício resistido de alta velocidade, este equipamento apresenta confiabilidade de 0,95 utilizando o coeficiente de correlação intraclasse. O equipamento será acoplado às placas de sobrecarga utilizadas pelas máquinas leg press horizontal e supino com o intuito de medir o deslocamento vertical com relação ao solo (De Assis et al., 2012).

Espessura e Arquitetura muscular

A arquitetura muscular fornece informações importantes em relação à estrutura do músculo, além de fornecer informações sobre a função. Medidas incluindo comprimento do fascículo do vasto lateral (VL) e ângulo de penetração serão avaliadas por meio da aquisição e análise de imagens usando ultrassonografia utilizando o equipamento de ultrassonografia Affinity 70 G Philips (USA) utilizando um transdutor linear de 5 cm com profundidade de imagem de 5 cm (L18-5, USA). O exame de imagem por meio de ultrassom é não invasivo e permite visualizar, com detalhes, as movimentações e anormalidades nas estruturas musculares e extra articulares (Becker et al., 2016). As imagens serão obtidas com o participante em repouso e deitado em decúbito dorsal em uma cama (Franchi et al., 2015). Resumidamente, as imagens serão adquiridas a 50% do comprimento do VL e da linha sagital média do músculo. O transdutor será alinhado ao plano do fascículo permitindo a captura ideal dos fascículos (Franchi et al., 2014). Os dados serão coletados e analisados pelo mesmo operador para remover qualquer erro interoperador. A análise digital das imagens será concluída usando ImageJ (ImageJ 1.52a). A extrapolação linear manual dos valores do

comprimento do fascículo só será adotada no caso de um fascículo não estar totalmente visível: devido ao grande campo de visão (100 mm), em média, 2 a 3 fascículos por imagem serão totalmente digitalizados, enquanto o restante os fascículos analisados (5 por imagem, avaliados em 3 imagens diferentes) serão submetidos a extrapolação linear manual mínima, praticamente minimizando o efeito de armadilhas de extrapolação para análises de arquitetura muscular (Franchi et al., 2020).

Biomarcadores plasmáticos antioxidantes

A coleta será feita por indivíduos habilitados e treinados e em seguida armazenada e levada ao laboratório para análise. As amostras serão realizadas em laboratório especializado em Análises Clínicas em Campos dos Goytacazes para a determinação de variáveis de qualidade e força muscular.

Para quantificar a atividade da enzima glutathione peroxidase será utilizado o kit Glutathione Peroxidase Assay Kit, da casa comercial Randox Laboratories, United Kingdom. A técnica será realizada segundo a descrição do kit. A glutathione peroxidase é quantificada em sangue total. O resultado será medido por espectrofotometria a 340 nm, no equipamento EnSpire Multimode Plate Reader da PerkinElmer, Singapura.

A atividade de catalase será determinada baseada no monitoramento da decomposição do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) a 240 nm, em um meio de reação contendo H₂O₂ 20 mM, tampão fosfato 10 mM (pH 7.0) e 10 uL de amostra (Aebi, 1984).

A atividade da enzima SOD foi determinada utilizando um kit comercial (Randox Laboratories Ltd., Antrim, UK. Cat. SD125), de acordo com as instruções do fornecedor. O teste baseia-se na geração do radical superóxido (pela xantina oxidase) e na sua subsequente reação com cloreto de 2-(4-iodofenil)-3-(4-nitrofenol)-5-fenil-tetrazólio para formar o corante formazan, que é lido em 505 nm. A inibição desta reação na presença de SOD permite determinar a sua atividade.

Teste de estimativa de 1RM

Será utilizada a equação de preditiva de Epley (1995) para a avaliação dos valores de 1RM nos exercícios. A fórmula é a seguinte: $1\text{-RM} = (0,0333 \times \text{reps}) \times \text{carga submáxima} + \text{carga submáxima}$. Os valores das cargas submáximas serão em quilograma.

Seguindo a ordem de execução proposto em duas visitas e familiarização, os participantes executarão uma série de 05 repetições com uma carga de aquecimento com 50%

da força máxima percebida utilizando uma a escala de OMNI-RES para indicação da percepção subjetiva de esforço (Gearhart et al., 2009). Em seguida será solicitado aos participantes que executem uma série única com o máximo de repetições possíveis com uma carga superior ao aquecimento e uma amplitude que respeite os limites articulares do indivíduo. Esse teste será realizado na cadência 3/0/3/1, respeitando o tempo específico do treinamento. Um movimento não será registrado quando o mesmo não for realizado em sua amplitude completa nas duas repetições.

Intervenção

Os participantes do estudo serão randomizados (<http://www.randomizer.org>) com uma proporção de gênero de 1:1 em 2 grupos de intervenção (GE1 e GE2) e um grupo de controle/espera (CON). Os programas de treinamento resistido consistirão em uma combinação de três momentos: aquecimento, atividade principal e relaxamento recuperativo, com 2 sessões (terças e quintas feiras, no período da tarde) de 60 minutos por semana, durante 16 semanas.

Na fase de aquecimento (5 minutos) será solicitado aos participantes que andem livremente pelo espaço da aula. Em seguida, em círculo, sob demonstração serão realizados exercícios de mobilidade para as articulações de pescoço, coluna, ombro, cotovelo, punho, quadril, joelho e tornozelo.

Após o aquecimento, inicia-se imediatamente a fase de atividade principal, com duração de 40 minutos. Sob orientação, o grupo do treinamento resistido (GE1) realizará exercícios musculares uniarticulares submáximos com ações de contração dinâmica usando cabos, máquinas e pesos livres. Tecnicamente, o programa de treinamento será do tipo alternado por segmento corporal, seguindo a ordem dos exercícios flexão de joelho, flexão de cotovelo, extensão de cotovelo, extensão de joelho, flexão horizontal de ombros, flexão de quadril, e extensão dos ombros, extensão de quadril, flexão plantar, abdução de quadril.

Todos os exercícios terão perfis de resistência aproximados com a curva de força muscular de modo que a resistência seja modificada durante a amplitude de movimento, acompanhando a variabilidade de gerar tensão dos agonistas (Lin et al., 2022).

Na fase de adaptação, nas primeiras 4 primeiras semanas para os dois grupos, os exercícios serão realizados com 2 e 3 séries de 15 a 20 repetições, a intensidade será 50% da carga de 1RM estimada para todos os exercícios calculados no dia da segunda visita de avaliação, com cadência livre.

Na fase específica, o GE1 realizará 3 séries de 8 a 12 repetições com intensidade de 60 a 85% de 1RM estimada, nas 12 semanas restantes de modo progressivo, totalizando 16 semanas. Para cada fase de contração será cadenciado em 3s (3/0/3/1), cada repetição durará 7s, com período de descanso de 1 minuto e meio entre as séries.

Na fase específica, o GE2 realizará 3 séries de 8 a 15 repetições com intensidade de 30 a 50% de 1RM estimada, nas 12 semanas restantes de modo progressivo, totalizando 16 semanas. Para a fase de contração concêntrica foi realizada “o mais rápido possível” seguido de uma fase excêntrica de 3 segundos (<1/0/3/0), cada repetição durará 4s, com período de descanso de 1 minuto e meio entre as séries.

Ao final de cada série e exercício será registrado o número máximo de repetições realizadas e apresentado ao participante a escala de OMINI- RES para indicação da percepção subjetiva de esforço entre 7 e 8 (GE1) e 5 (GE2) (Gearhart et al., 2009).

O reajuste de cargas será realizado sempre que o número previsto de repetições para a primeira série for superado em duas repetições, em duas sessões de treinamento consecutivas (incremento de 2 a 5% para membros superiores e de 5 a 10% para os exercícios de membros inferiores) (Santana, 2017).

Controle de eventos adversos, tais como intolerância durante e após o exercício, pequenas distensões e tendinites serão monitoradas a cada sessão.

Os participantes designados aleatoriamente para o grupo de controle (GC) serão solicitados a continuar suas atividades diárias de rotina e receberão orientações (palestras educativas) sobre seus cuidados habituais de sua prática de cuidados primários. O grupo se reunirá uma vez por semana nas instalações de treinamento (16 vezes) para reuniões sociais com os pesquisadores. Serão abordados tópicos de saúde relevantes para o idoso, como nutrição, uso de medicamentos, cuidados com os pés, higiene do sono e outras áreas relacionadas à saúde.

O GC fará o teste de treinamento pós-controle. Em seguida, serão convidados a participar de uma das intervenções propostas, um treinamento resistido com a mesma rotina de exercícios uniarticulares, porém com a cadência livre, durante as próximas 16 semanas de intervenção.

Análise de Dados

Os dados coletados serão tratados pelo software IBM SPSS Statistics 25 e apresentados como média e desvio padrão. A normalidade dos dados será verificada por meio

do teste de Shapiro-Wilk. A esfericidade será analisada pelo teste de Bartlett. A análise de variância (3 x 2) com medidas repetidas, seguida do post hoc de Bonferroni ajustado, será aplicada para analisar as possíveis diferenças intra e intergrupos. O teste de correlação de Pearson será empregado para analisar as possíveis associações entre as variáveis de estudo. O tamanho do efeito (d) de Cohen será utilizado para a análise do impacto clínico nas variáveis de interesse. O estudo admitirá o nível de $p < 0,05$ para a significância estatística.

REFERÊNCIAS ±

AEBI, H. Catalase in vitro. *Methods Enzymol.* 1984;105:121-6. doi: 10.1016/s0076-6879(84)05016-3.

ALCAZAR J, GUADALUPE-GRAU A, GARCÍA-GARCÍA FJ, ARA I, ALEGRE LM. Skeletal Muscle Power Measurement in Older People: A Systematic Review of Testing Protocols and Adverse Events. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2018 Jun 14;73(7):914-924. doi: 10.1093/gerona/glx216. PMID: 29309534.

ALEXANDER NB, ULBRIC HJ, RAHEJA A, CHANNER D. Rising from the floors in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 1997 May;45(5):564-9. doi: 10.1111/j.1532-5415.1997.tb03088.x.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE; CHODZKO-ZAJKO WJ, PROCTOR DN, FIATARONE SINGH MA, MINSON CT, NIGG CR, SALEM GJ, SKINNER JS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Jul;41(7):1510-30. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c. PMID: 19516148.

ANDREOTTI, RA, OKUMA, SS. Validação de uma Bateria de Testes de Atividade da vida diária para idosos fisicamente independentes. *Revista Paulista de Educação Física.* 1999; 13(1), 46-66.

BALACHANDRAN AT, STEELE J, ANGIELCZYK D, BELIO M, SCHOENFELD BJ, QUILES N, ASKIN N, ABOU-SETTA AM. Comparison of Power Training vs Traditional Strength Training on Physical Function in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open.* 2022 May 2;5(5):e2211623. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.11623. PMID: 35544136; PMCID: PMC9096601.

BARROS CC, CALDAS CP, BATISTA LA. Influência do treinamento da potência muscular sobre a capacidade de execução de tarefas motoras em mulheres idosas. *Rev bras geriatr gerontol.* [Internet]. 2013JUL;16(3):603-13. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1809-98232013000300017>

BECKER DM, et al. "The use of portable ultrasound devices in low-and middle-income countries: a systematic review of the literature." *Tropical Medicine & International Health* 21.3 (2016): 294-311.

BERTOLUCCI, PHF; BRUCKI, SMD; CAMPACCI, SR; JULIANO, Y. (1994). The Mini-Mental State Examination in an outpatient population: influence of literacy. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 1994;52(1) 1–7.

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. doi: 10.1007/s40279-015-0385-9. PMID: 26420238; PMCID: PMC4656698

BRETAN, O. et al. Risco de queda em idosos da comunidade: avaliação com o teste Timed up and go. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* [online]. 2013;79(1).

BYRNE C, FAURE C, KEENE DJ, LAMB SE. Ageing, Muscle Power and Physical Function: A Systematic Review and Implications for Pragmatic Training Interventions. *Sports Med*. 2016 Sep;46(9):1311-32. doi: 10.1007/s40279-016-0489-x. PMID: 26893098.

CASEROTTI P, AAGAARD P, LARSEN JB, PUGGAARD L. Treinamento de resistência pesada explosiva em adultos idosos e muito idosos: mudanças na força muscular rápida, força e potência. *Scand J Med Sci Esportes*. 2008 Dez; 18(6):773-82. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2007.00732.x. Epub 2008 30 de janeiro. PMID: 18248533.

CORDEIRO LS, LINHARES DG, BARROS DOS SANTOS AO, LIMA DOS SANTOS L, DE CASTRO JBP, VALE RGS. Influence of resistance training on muscle architecture in older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Gerontol Geriatr*. 2023 Sep;112:105020. doi: 10.1016/j.archger.2023.105020. Epub 2023 Apr 6. PMID: 37043838.

CROZARA LF, MORCELLI MH, MARQUES NR, HALLAL CZ, SPINOSO DH, DE ALMEIDA NETO AF, CARDOZO AC, GONÇALVES M. Motor readiness and joint torque production in lower limbs of older women fallers and non-fallers. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013 Oct;23(5):1131-8. doi: 10.1016/j.jelekin.2013.04.016. Epub 2013 Jun 6. PMID: 23747140.

DANTAS EHM, FIGUEIRA HA, EMYGDIO RF, VALE RGS. Functional autonomy GDLAM protocol classification pattern in elderly women. *Indian Journal of Applied Research*. 2014;4 (7) 262-266.

DANTAS EHM, VALE RGS. Protocolo GDLAM de avaliação da autonomia. *Fit Perf J*. 2004;3(3) 169-180.

DAVIES TB, KUANG K, ORR R, HALAKI M, HACKETT D. Effect of Movement Velocity During Resistance Training on Dynamic Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2017 Aug;47(8):1603-1617. doi: 10.1007/s40279-017-0676-4. PMID: 28105573.

DE ASSIS FERREIRA SL, GONÇALVES PANISSA, VL, MIARKA B, FRANCHINI, E. Potenciação pós-ativação: efeito de vários intervalos de recuperação no desempenho da potência do supino. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2012 Mar;26(3):739-744. doi: 10.1519/JSC.0b013e318225f371

DOHERT TJ. Invited Review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol*. 2003 Oct;95(4):1717-27. doi: 10.1152/jappphysiol.00347.2003. PMID: 12970377.

DONATH L, FAUDE O, BOPP M, ZAHNER L. Grundlagen gesundheitsorientierten Krafttrainings im Alter: Ziele und Umsetzung [Health-related strength and power training in seniors: Purpose and recommendations]. *Ther Umsch*. 2015;72(5):335-342. doi:10.1024/0040-5930/a000684

EPLEY B. (1995). Poundage chart: Boyd Epley workout. Lincoln, NE: University of Nebraska.

EVANS JW. Periodized resistance training for enhancing skeletal muscle hypertrophy and strength: a mini-review. *Front Physiol*, 2019 Jan 23;10:13. doi: 10.3389/fphys.2019.00013. PMID: 30728780; PMCID: PMC6351492..

ESPINOSA-DIEZ C, MIGUEL V, MENNERICH D, KIETZMANN T, SÁNCHEZ-PÉREZ P, CADENAS S, LAMAS S. Antioxidant responses and cellular adjustments to oxidative stress. *Redox Biol*. 2015 Dec;6:183-197. doi: 10.1016/j.redox.2015.07.008. Epub 2015 Jul 21. PMID: 26233704; PMCID: PMC4534574.

FAUL F, ERDFELDER E, LANG AG, BUCHNER A. GPower 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*, 2007; 39(2) 175-91.

FIATARONE MA, MARKS EC, RYAN ND, MEREDITH CN, LIPSITZ LA, EVANS WJ. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA*. 1990 Jun 13;263(22):3029-34. PMID: 2342214.

FRANCHI MV, ATHERTON PJ, REEVES ND, FLÜCK M, WILLIAMS J, MITCHELL WK, SELBY A, BELTRAN VALLS RM, NARICI MV. Respostas arquitetônicas, funcionais e moleculares ao carregamento concêntrico e excêntrico no músculo esquelético humano. *Acta Fisiol*. 2014; 210 :642-65.

FRANCHI MV, FITZE DP, RAITERI BJ, HAHN D, SPÖRRI J. Ultrasound-derived Biceps Femoris Long Head Fascicle Length: Extrapolation Pitfalls. *Med Sci Sports Exerc*. 2020 Jan;52(1):233-243. doi: 10.1249/MSS.0000000000002123.

GARCÍA-LÓPEZ D, HERRERO AJ, GONZÁLEZ-CALVO G, RHEA MR, MARÍN PJ. Influence of "in series" elastic resistance on muscular performance during a biceps-curl set on the cable machine. *J Strength Cond Res*. 2010 Sep;24(9):2449-55. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e3482f.

GARGALLO P, COLADO JC, JUESAS A, HERNANDO-ESPINILLA A, ESTAÑ-CAPELL N, MONZÓ-BELTRAN L, GARCÍA-PÉREZ P, CAULI O, SÁEZ GT. The Effect of Moderate- Versus High-Intensity Resistance Training on Systemic Redox State and DNA Damage in Healthy Older Women. *Biol Res Nurs*. 2018 Mar;20(2):205-217. doi: 10.1177/1099800417753877. Epub 2018 Jan 23. PMID: 29361834

GATTS S. Neural mechanisms underlying balance control in Tai Chi. *Med Sport Sci*. 2008;52:87-103. doi: 10.1159/000134289. PMID: 18487889.

GEARHART RF; LAGALLY KM; RIECHMAN SE; ANDREWS RD; ROBERTSON RJ (2009). Strength Tracking Using the OMNI Resistance Exercise Scale in Older Men and Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 1011–1015. doi:10.1519/jsc.0b013e3181a2ec41

GUADAGNIN EC, PRIARIO LAA, CARPES FP, VAZ MA. Correlation between lower limb isometric strength and muscle structure with normal and challenged gait performance in older adults. *Gait Posture*. 2019 Sep;73:101-107. doi: 10.1016/j.gaitpost.2019.07.131. Epub 2019 Jul 4. PMID: 31319373.

GURALNIK JM, SIMONSICK EM, FERRUCCI L, GLYNN RJ, BERKMAN LF, BLAZER, DG, SCHERR P A, WALLACE RB. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol Med Sci*, v. 49, n. 2, p. M85-M94, 1994.

JOHNSON BL, NELSON JK. *Practical Measurements for Evaluation in Physical Education*. United States of America: Burgess Publishing, 1979.

KWON MS, KWON YR, PARK YS, KIM JW. Comparison of gait patterns in elderly fallers and non-fallers. *Technol Health Care*. 2018;26(S1):427-436. doi: 10.3233/THC-174736. PMID: 29758966; PMCID: PMC6004957.

HILLMAN TE, NUNES QM, HORNBY ST, STANGA Z, NEAL KR, ROWLANDS BJ, ALLISON SP, et al. A practical posture for hand grip dynamometry in the clinical setting. *Clin Nutr*. 2005 Apr;24(2):224-8. doi: 10.1016/j.clnu.2004.09.013. PMID: 15784482.

HOLSGAARD-LARSEN A, CASEROTTI P, PUGGAARD L, AAGAARD P. (2011). Stair-ascent performance in elderly women: effect of explosive strength training. *Journal of aging and physical activity*, 19(2), 117–136. <https://doi.org/10.1123/japa.19.2.117>

IZQUIERDO M, CADORE EL. Muscle power training in the institutionalized frail: a new approach to counteracting functional declines and very late-life disability. *Curr Med Res Opin*. 2014 Jul;30(7):1385-90. doi: 10.1185/03007995.2014.908175. Epub 2014 Apr 7. PMID: 24666003.

ISENMANN E, KALUZA D, HAVERS T, ELBESHAUSEN A, GEISLER S, HOFMANN K, FLENKER U, DIEL P, GAVANDA S. (2023). Resistance training alters body composition in middle-aged women depending on menopause - A 20-week control trial. *BMC women's health*, 23(1), 526. <https://doi.org/10.1186/s12905-023-02671-y>

ISMAEEL A, HOLMES M, PAPOUTSI E, PANTON L, KOUTAKIS P. Resistance Training, Antioxidant Status, and Antioxidant Supplementation. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2019;29(5):539-547. doi:10.1123/ijsnem.2018-0339

LEITE L et al. Envelhecimento, estresse oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*. 2012;15(2):365-380.

LEMMER JT, HURLBUT DE, MARTEL GF, TRACY BL, IVEY FM, METTER EJ, FOZARD JL, FLEG JL, HURLEY BF. Age and gender responses to strength training and

detraining. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Aug;32(8):1505-12. doi: 10.1097/00005768-200008000-00021. PMID: 10949019.

LEXELL J. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1995;50A: 11–16.

LIN Y, XU Y, HONG F, LI J, YE W, KORIVI M. Effects of Variable-Resistance Training Versus Constant-Resistance Training on Maximum Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Jul 13;19(14):8559. doi: 10.3390/ijerph19148559. PMID: 35886409; PMCID: PMC9317775.

LINDBERG K, LOHNE-SEILER H, FOSSTVEIT SH, SIBAYAN EE, FJELLER JS, LØVOLD S, KOLNES T, VÅRVIK FT, BERNTSEN S, PAULSEN G, SEYNNES O, BJØRNSSEN T. (2022). Effectiveness of individualized training based on force-velocity profiling on physical function in older men. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(6), 1013–1025. <https://doi.org/10.1111/sms.14157>

MARCOS-PARDO PJ, VAQUERO-CRISTÓBAL R, HUBER G. El potencial del entrenamiento de resistencia: recomendaciones basadas en evidencia para la salud de las mujeres de mediana edad y mayores (The Power of Resistance Training: Evidence-based Recommendations for Middle-aged and Older Women's Health). *Retos, [S. l.], 2024; 51 319–331.* doi: 10.47197/retos.v51.99638.

MARFELL-JONES M, OLDS T, STEWART A, CARTER L. International Standards for Anthropometric Assessment. Potchefstroom, South Africa: ISAK, 2006.

MESQUITA PHC, LAMB DA, GODWIN JS, OSBURN SC, RUPLE BA, MOORE JH, VANN CG, HUGGINS KW, FRUGE AD, YOUNG KC, KAVAZIS AN, ROBERTS MD. Efeitos do treinamento de resistência no estado redox do músculo esquelético em idosos. *Antioxidantes (Basel).* 2021 Feb 26;10(3):350. doi: 10.3390/antiox10030350. PMID: 33652958; PMCID: PMC7996821

MUEHLBAUER T, STUERCHLER M, GRANACHER U. Efeitos da escalada na força central e mobilidade em adultos. *Int J Sports Med.* 2012; 33 (6):445–451.

MANINI TM, CLARK BC. Dynapenia and aging: an update. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2012;67,1,28-40.

.MURPHY MP, HOLMGREN A, LARSSON NG, et al. Unraveling the biological roles of reactive oxygen species. *Cell Metab.* 2011;13(4):361-366. doi:10.1016/j.cmet.2011.03.010

NASCIMENTO, MA, JANUÁRIO RSB, GERAGE AM, MAYHEW JL, PINA FLC, CYRINO ES. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2013; 27 1636-1642.

ORSSATTO LB, DE LA ROCHA FREITAS C, SHIELD AJ, SILVEIRA PINTO R, TRAJANO GS. Effects of resistance training concentric velocity on older adults' functional capacity: A systematic review and meta-analysis of randomised trials. *Exp Gerontol.* 2019 Nov;127:110731. doi: 10.1016/j.exger.2019.110731. Epub 2019 Sep 7. PMID: 31505227.

OSOBA MY, RAO AK, AGRAWAL SK, LALWANI AK. Balance and gait in the elderly: A contemporary review. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*. 2019 Feb 4;4(1):143-153. doi: 10.1002/lio2.252. PMID: 30828632; PMCID: PMC6383322

PODSIADLO D, RICHARDSON S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991; 39(2) 142-8.

POWERS SK, DEMINICE R, OZDEMIR M, YOSHIHARA T, BOMKAMP MP, HYATT H. (2020). Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe?. *Journal of sport and health science*, 9, 5, 415–425. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.04.001>

PEREIRA A, IZQUIERDO M, SILVA AJ, COSTA AM, BASTOS E, GONZÁLEZ-BADILLO JJ, MARQUES MC. Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Exp Gerontol*. 2012 Mar;47(3):250-5. doi: 10.1016/j.exger.2011.12.010. Epub 2012 Jan 2. PMID: 22234287.

RADAELLI R, TRAJANO GS, FREITAS SR, IZQUIERDO M, CADORE EL, PINTO RS. Power Training Prescription in Older Individuals: Is It Safe and Effective to Promote Neuromuscular Functional Improvements? *Sports Med*. 2023 Mar;53(3):569-576. doi: 10.1007/s40279-022-01758-0. Epub 2022 Aug 29. PMID: 36036337.

RAMIREZ-CAMPILLO R, DIAZ D, MARTINEZ-SALAZAR C, VALDÉS-BADILLA P, DELGADO-FLOODY P, MÉNDEZ-REBOLLEDO G, CAÑAS-JAMET R, CRISTI-MONTERO C, GARCÍA-HERMOSO A, CELIS-MORALES C, MORAN J, BUFORD TW, RODRIGUEZ-MAÑAS L, Alonso-Martinez AM, Izquierdo M. Effects of different doses of high-speed resistance training on physical performance and quality of life in older women: a randomized controlled trial. *Clin Interv Aging*. 2016 Dec 13;11:1797-1804. doi: 10.2147/CIA.S121313. PMID: 28008239; PMCID: PMC5167493.

RODRIGUEZ-LOPEZ C, ALCAZAR J, SANCHEZ-MARTIN C, BALTASAR-FERNANDEZ I, ARA I, CSAPO R, ALEGRE LM. (2022). Neuromuscular adaptations after 12 weeks of light- vs. heavy-load power-oriented resistance training in older adults. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 32(2), 324–337. <https://doi.org/10.1111/sms.14073>

SILVA JB, LIMA VP, CASTRO JBP, PAZ GA, NOVAES JS, NUNES RAM, VALE RGS. Analysis of myoelectric activity, blood lactate concentration and time under tension in repetitions maximum in the squat exercise. *J Phys*, 2018; 18(4) 2478-2485.

SANTANA LFD. Efeito do treinamento resistido com peso e com elástico sobre mobilidade, capacidade funcional e parâmetros bioquímicos em idosos sarcopênicos e não sarcopênicos: 2017. 68 f. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade Interunidades. Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2017.

SIPILÄ S, MULTANEN J, KALLINEN M, ERA P, SUOMINEN H, Effects of strength and endurance training on isometric muscle strength and walking speed in elderly women. *Acta Physiol Scand*. 1996 Apr;156(4):457-64. doi: 10.1046/j.1365-201X.1996.461177000.x. PMID: 8732251.

THOMAS JR, NELSON JK, SILVERMAN SJ. Métodos de pesquisa em atividade física. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed; 2012.

TIEDEMANN A. Universidade de Nova Gales do Sul, Escola de Saúde Pública e Medicina Comunitária; Sydney: 2006. O desenvolvimento de uma avaliação de risco de quedas validada para uso na prática clínica [tese] 2006 22(4).

TSCHOPP M, SATTELMAYER MK, HILFIKER R. Is power training or conventional resistance training better for function in elderly persons? A meta-analysis. *Age Ageing*. 2011 Sep;40(5):549-56. doi: 10.1093/ageing/afr005. Epub 2011 Mar 7. PMID: 21383023

VALE RGS, PERNAMBUCO CS, NOVAES JS, DANTAS EHM. Teste de autonomia funcional: vestir e tirar uma camiseta (VTC). *R bras Ci e Mov*. 2006; 14(3) 71-78.

XU J, WAN CS, KTORIS K, REIJNIERSE EM, MAIER AB. Sarcopenia is associated with mortality in adults: a systematic review and meta-analysis. *Gerontology*. 2022;68(4):361-376. doi: 10.1159/000517099. Epub 2021 Jul 27. PMID: 34315158.

WILK M, ZAJA CA, TUFANO JJ. The Influence of Movement Tempo During Resistance Training on Muscular Strength and Hypertrophy Responses: A Review. *Sports Med*. 2021 Aug;51(8):1629-1650. doi: 10.1007/s40279-021-01465-2. Epub 2021 May 27. PMID: 34043184; PMCID: PMC8310485..