



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Faculdade de Medicina
da Universidade de Coimbra

Sarcopenia no idoso: importância da atividade física na prevenção e no tratamento.

Fernando Gastón Viva Nieves

Dissertação no âmbito do Mestrado em Medicina do Desporto orientada pelo Professor Doutor
Manuel Teixeira Veríssimo e apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.

Julho de 2022

AGRADECIMENTOS

Prefiro não agradecer por escrito porque temo deixar alguém de fora, fundamentalmente porque para qualquer meta conseguida, somos influenciados e ajudados desde crianças por muitas pessoas e seria impossível nomeá-las a todas. Mas há algumas às quais não posso deixar de manifestar o meu profundo agradecimento.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Manuel Teixeira Veríssimo por estar sempre disponível e pela pronta resposta e apoio sempre que foi preciso.

À minha amiga, a Psicóloga Sara Rosado, pelas palavras certas no momento certo.

Ao meu irmão Rodrigo, pelo apoio e aconselhamentos.

Ao meu pai por ensinar-me através do exemplo, pelos conselhos, valores e princípios transmitidos, que me acompanharam durante toda a vida e que o mantém, de alguma forma, sempre presente.

E por último, às pessoas mais importantes para mim.

Aos meus filhos, Felipe e Agustina, por partilhar o nosso tempo com este trabalho.

À minha amada esposa Silvia, simplesmente, por tudo.

Índice

RESUMO	5
ABSTRACT	7
Índice de abreviaturas	9
1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1. Envelhecimento	11
1.2. Epidemiologia do envelhecimento.....	12
1.3. Envelhecimento saudável.....	13
1.4. Sarcopenia	14
1.4.1. Definição e diagnóstico da sarcopenia	14
1.4.2. Métodos para avaliar os parâmetros utilizados na definição de sarcopenia.....	19
1.4.2.1. Avaliação da massa muscular.....	19
1.4.2.2. Avaliação da força muscular	21
1.4.2.3. Avaliação do desempenho físico	21
1.4.2.4. Ferramentas de triagem para casos de sarcopenia	23
1.4.3. Categorias da sarcopenia.....	23
1.4.4. Diagnóstico diferencial da sarcopenia	24
1.4.5. Importância da sarcopenia.....	24
1.4.6. Prevalência da sarcopenia	25
1.4.7. Músculo e envelhecimento. Fisiopatologia da Sarcopenia.....	26
1.5. Atividade física e sarcopenia	30
1.5.1. Tipos de exercício físico	31
1.5.2. Variáveis relacionadas ao treino de força ou resistido	32
1.5.3. Considerações importantes sobre o exercício físico nos idosos	33
1.5.4. Envelhecimento, sedentarismo e atividade física	34
2. METODOLOGIA	38
3. RESULTADOS	39
4. DISCUSSÃO	57
5. CONCLUSÃO.....	60
BIBLIOGRAFIA	61

Índice de tabelas

Tabela 1. Parâmetros e pontos de corte para definição e diagnóstico de sarcopenia dos principais grupos de trabalho sobre sarcopenia	18
Tabela 2. Comparação de métodos para medir a massa magra / muscular. Modificada de Bauer et al (21)	20
Tabela 3. Resumo dos resultados 1	54
Tabela 4. Resumo dos resultados 2. Parâmetros recomendados de TR	56

RESUMO

Introdução: Com o aumento da longevidade da população mundial, o conceito de envelhecimento saudável é um tema incontornável. A maior quantidade de anos vividos deve ser acompanhada de independência funcional e de uma boa qualidade de vida. A medida que a sociedade envelhece, a incidência de limitações físicas aumenta drasticamente e uma importante causa dessas limitações é a sarcopenia. A sarcopenia é uma patologia muscular que tem uma elevada prevalência nas pessoas de 65 anos ou mais. É um preditor de mortalidade e uma importante causa de perda de mobilidade e de dependência física nessa faixa etária. Desta forma, a sarcopenia tem uma elevada repercussão a diferentes níveis: pessoal, social, sanitário e económico. A atividade física é referida como uma medida de intervenção importante frente à sarcopenia nos idosos.

Objetivos: O objetivo principal deste trabalho é reunir evidência científica atualizada, publicada nos últimos 15 anos, em relação à sarcopenia nos idosos e a importância da atividade física na prevenção e no tratamento desta patologia. Intento também reunir informação sobre aspetos importantes da prescrição do exercício físico no idoso, nomeadamente o tipo de treino, a frequência e a intensidade, séries, repetições e a duração da intervenção, procurando as prescrições de exercício físico mais eficazes para a abordagem da prevenção e do tratamento da sarcopenia no idoso. Finalmente, procuro propor medidas práticas para a prevenção e o tratamento da sarcopenia desde a ótica da Medicina Desportiva baseadas na evidência encontrada.

Métodos: A metodologia utilizada foi a pesquisa em PubMed através do termo “sarcopenia” em combinação com as seguintes palavras chave: idoso, atividade física, exercício físico, tratamento, prevenção. Foi incluída literatura publicada nos últimos 15 anos em inglês, português e espanhol, fundamentalmente revisões sistemáticas e meta-análises e declarações de posição de grupos internacionais de pesquisa sobre sarcopenia. A procura foi concluída em 30/09/2021. Dos artigos resultantes da pesquisa, foram incluídos os mais relevantes em relação aos objetivos deste trabalho, após leitura do título e do resumo.

Resultados e Discussão: Foram avaliados 29 estudos no total, dos quais 20 analisaram os parâmetros relacionados com a sarcopenia e 6 os relacionados com variáveis do exercício físico, entando que 3 estudos avaliaram ambas coisas. Foram encontradas evidências do efeito positivo do treino de força ou resistido (TR) e dos programas de treino multimodais

(EM) na massa muscular (MM), na força muscular (FM) e no desempenho físico (DF) nos idosos. O treino com restrição de fluxo sanguíneo (TRFS) aumentou a FM. O treino intervalado de alta intensidade (High Intensity Interval Training – HIIT) melhorou o DF num estudo. Outro estudo relatou aumento da FM e melhora do DF com diferentes tipos de atividade física mas não encontraram efeitos na MM. A vibração de corpo inteiro (VCI) mostrou ser eficaz para aumentar a FM e o DF. A atividade física mostrou ser um fator protetor contra a sarcopenia. É importante ressaltar que muito poucos dos estudos analisados mencionaram claramente o status inicial da sarcopenia.

Conclusão: O exercício físico é fundamental para prevenir e tratar a sarcopenia. Evitar o sedentarismo e manter níveis de atividade física regulares são medidas efetivas na prevenção desta patologia. Os tipos de exercício físico que tem revelado maiores efeitos na massa muscular, na força muscular e no desempenho físico, são o treino de força ou resistido e os programas de exercícios multimodais com inclusão de TR. Os programas de TR para o tratamento da sarcopenia deveriam ter as seguintes características: 2 sessões de treino semanal (em dias não consecutivos) para cada grupo muscular grande, com uma intensidade de 60% a 80% de 1RM (uma repetição máxima), 8 a 12 repetições por exercício, 1 a 3 séries e uma duração mínima de 8 semanas. São necessários mais estudos que utilizem uma definição uniforme de sarcopenia e que estejam focados em múltiplas variáveis de treino. Isto vai permitir obter conclusões mais definitivas e específicas para a prevenção e o tratamento da sarcopenia nos idosos e fazer recomendações de atividade física que possam ser aplicáveis na prática clínica.

Palavras-chave: Sarcopenia; Idoso; Atividade física; Prevenção; Tratamento.

ABSTRACT

Introduction: Along with the increasing of the world population, the concept of healthy aging is an unavoidable topic. The greater number of years lived should be accompanied by functional independence and a good quality of life. As society ages, the incidence of physical limitations increases dramatically and an important cause of these limitations is sarcopenia. Sarcopenia is a muscle pathology that has a high prevalence in people aged 65 and over. It is a predictor of mortality and an important cause of loss of mobility and physical dependence in this age group. In this way, sarcopenia has a high impact at different levels: personal, social, health and economic. Physical activity is referred to as an important intervention measure against sarcopenia in the elderly.

Aims: The main objective of this research is to gather updated scientific evidence, published in the last 15 years, regarding sarcopenia in the elderly and the importance of physical activity in the prevention and treatment of this pathology. I also intend to gather information on important aspects of physical exercise prescription, namely the type of training, frequency and intensity, sets, repetitions and duration of the intervention, looking for the most effective physical exercise prescriptions for prevention and treatment of sarcopenia in the elderly. Finally, I try to propose practical measures for the prevention and treatment of sarcopenia from the point of view of Sports Medicine based on the evidence found.

Methods: The methodology used was a PubMed search using the term “sarcopenia” in combination with the following keywords: elderly, physical activity, physical exercise, treatment, prevention. Literature published in the last 15 years in English, Portuguese and Spanish was included, mainly systematic reviews and meta-analyses and position statements from international research groups on sarcopenia. The search was completed on 30/09/2021. Of the articles resulting from the research, the most relevant ones in relation to the objectives of this work were included, after reading the title and abstract.

Results and Discussion: A total of 29 studies were evaluated, of which 20 analyzed parameters related to sarcopenia and 6 those related to physical exercise variables, although 3 studies evaluated both. Evidence was found of the positive effect of strength or resistance training (TR) and multimodal training programs (EM) on muscle mass (MM), muscle strength (FM) and physical performance (DF) in the elderly. Training with blood flow restriction (TRFS) increased FM. High Intensity Interval Training (HIIT) improved DF in

one study. Another study reported an increase in FM and improvement in FD with different types of physical activity, but found no effects on MM. Whole Body Vibration (VCI) has been shown to be effective in increasing FM and DF. Physical activity has been shown to be a protective factor against sarcopenia. Importantly, very few of the studies analyzed, clearly mentioned the initial status of sarcopenia.

Conclusion: Physical exercise is essential to prevent and treat sarcopenia. Avoiding a sedentary lifestyle and maintaining regular levels of physical activity are effective measures in preventing this pathology. The types of physical exercise that have shown the greatest effects on muscle mass, muscle strength and physical performance are strength or resistance training and multimodal exercise programs with the inclusion of TR. TR programs for the treatment of sarcopenia should have the following characteristics: 2 training sessions per week (on non-consecutive days) for each large muscle group, with an intensity of 60% to 80% of 1RM (one-maximum repetition), 8 to 12 repetitions per exercise, 1 a 3 sets and a minimum duration of 8 weeks. Further research is needed, using a uniform definition of sarcopenia and that focus on multiple training variables. This will allow to obtain more definitive and specific conclusions for the prevention and treatment of sarcopenia in the elderly and to make recommendations for physical activity that may be applicable in clinical practice.

Key words: Sarcopenia; Elderly; Physical activity; Prevention; Treatment.

Índice de abreviaturas

ACSM- American College of Sport Medicine

AF- Atividade física

AHA- American Heart Association

AVD- Atividades de Vida Diária

AWGS- Asian Working Group for Sarcopenia

BIA- Bioelectrical Impedance Analysis

CID- Classificação Internacional de Doenças

DEXA- Dual-Energy X-ray Absorptiometry (Absorção de Duplo Feixe de Energia)

DEXA- Densitometria óssea bifotônica

EEM – Estimulação elétrica muscular

EM- Exercício multimodal

EWGSOP- European Working Group on Sarcopenia in Older People

FNIH- Foundation for the National Institutes of Health

FNIHSP- Foundation for National Institutes of Health Sarcopenia Project

FM- Força muscular

FPM- Força de preensão manual – (Handgrip strength)

HIIT- High Intensity Interval Training (Treino intervalado de alta intensidade)

IMC- Índice de Massa Corporal

IWGS- International Working Group on Sarcopenia

ISI- International Sarcopenia Initiative

MET- Metabolic Equivalent of Task (Equivalente metabólico)

MM- Massa muscular

MMT – Massa magra total

OMS– Organização Mundial da Saúde

TC- Tomografia Computorizada

TR – Treinamento resistido

TUG- Timed-Up and Go

RCT- Randomized Controlled Trial

RM- Ressonância Magnética

1RM- Uma Repetição Máxima

SDOC- Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium

SPPB- Short Physical Performance Battery (Bateria de Desempenho Físico Curta)

UN- United Nations – Nações Unidas

UE- União Europeia

VCI- Vibração de corpo inteiro – (Whole-body vibration)

VM- Velocidade de marcha

VO2 máx.- Consumo Máximo de Oxigênio.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Envelhecimento

O envelhecimento é reconhecido como um processo progressivo, no qual se verificam o declínio na estrutura e na função, o comprometimento dos sistemas de manutenção e reparação, a redução da capacidade reprodutora e o aumento da suscetibilidade à doença e à morte (1). Durante toda a vida o organismo sofre múltiplas agressões e o envelhecimento implica uma alteração da capacidade adaptativa do organismo frente a ditas agressões (2).

As Nações Unidas e a maioria dos investigadores, utilizam o limite de 60 ou 65 anos ou mais para definir às pessoas como idosas (3). Este critério cronológico tem vantagens porque é uma forma simples, replicável e uniformizadora (3). No entanto, as pessoas nessa faixa etária têm uma grande diversidade de estados funcionais e de saúde que não se correlacionam indefetivamente com a idade cronológica (4). O envelhecimento não deveria ser considerado como um estado, pelo contrário, é um processo de degradação progressiva e diferencial que termina com a morte do organismo (2). A sua velocidade e gravidade variam de indivíduo para indivíduo e é impossível datar o seu início (2).

O envelhecimento está caracterizado por mudanças e alterações multifatoriais e complexas. Ocorrem uma grande variedade de danos moleculares e celulares que se acumulam e provocam uma perda gradual das reservas fisiológicas, um declínio geral na capacidade intrínseca do indivíduo e um aumento do risco de contrair doenças (4). Essas mudanças não são lineares ou consistentes (4).

Muitas percepções e suposições comuns sobre pessoas idosas são baseadas em estereótipos, um deles é que são dependentes (4). Uma das características das populações mais idosas é a grande diversidade, sendo que alguns idosos podem exibir níveis de capacidade mental e física comparáveis aos de pessoas jovens (4), entanto outros podem apresentar um grau importante de dependência.

Com o aumento da idade, observa-se também um aumento na variabilidade da função dos órgãos tornando-se muito importantes os fatores individuais, tanto genéticos como ambientais (5). Os genes mantêm a sua importância na determinação da função e as mudanças da mesma na idade avançada. O efeito dos genes e do ambiente é amplificado com o passar do tempo, aumentando as diferenças entre as pessoas (5).

1.2. Epidemiologia do envelhecimento

Como consequência do aumento da expectativa de vida e da diminuição dos níveis de fecundidade, o mundo continua a experimentar uma mudança sustentada na estrutura etária da população. As pessoas têm vidas cada vez mais longas e tanto o número de idosos como a proporção na população total estão aumentando rapidamente (6). Em Portugal, a esperança de vida à nascença foi estimada em 80,72 anos, (77,67 anos para os homens e 83,37 anos para as mulheres) no triénio 2019-2021 (7).

Segundo as estimativas das Nações Unidas, em 2050 as pessoas com 65 anos ou mais no mundo, será mais do dobro do que as crianças menores de cinco anos e espera-se que superem em quantidade aos adolescentes e jovens de 15 a 24 anos (6).

A proporção de idosos (maiores de 65 anos) no mundo deverá atingir quase 12% em 2030, 16% em 2050 e pode chegar a quase 23% em 2100. A Europa e a América do Norte tinham a população mais idosa em 2019, com 18 % (6). As projeções indicam que, em 2050, uma em cada quatro pessoas na Europa e na América do Norte poderá ter 65 anos ou mais (6).

Em Portugal, a realidade não é diferente ao resto da Europa. Verificou-se um decréscimo da população jovem e um aumento da população idosa entre 2015 e 2020, que confirmam o processo de envelhecimento (7). Em 2020, a população residente em Portugal era composta por 22,4% de idosos (65 anos ou mais), 64,1% de pessoas em idade ativa (dos 15 aos 64 anos) e 13,4% de pessoas dos 0 aos 14 anos (7). Nesse ano, Portugal era o 4º país da União Europeia (UE) com a população mais envelhecida (a média da UE era de 20,6%) (8).

O aumento do grupo de pessoas com 80 anos ou mais é o mais rápido dentro do segmento dos idosos no geral (6,9). O número quase triplicou desde 1990 até 2019 (6). Nesse último ano, um 38% das pessoas neste grupo etário, viviam na Europa e na América do Norte (6). Entre 2019 e 2100 é esperado um aumento da percentagem de pessoas com 80 anos ou mais na UE, de aproximadamente 5,8 % para 14,6 % (9). Globalmente, o número de pessoas com 80 anos ou mais deverá quase triplicar novamente em 2050 e aumentar depois para mais do dobro em 2100 (6).

Uma consideração importante relacionada à idade é a autonomia. Aproximadamente o 48 % da população da UE com 65 anos ou mais, refere dificuldades com pelo menos uma atividade de cuidado pessoal ou doméstica (10).

1.3. Envelhecimento saudável

A longevidade da população é um desafio que pode ser abordado como um fato negativo ou, pelo contrário, como uma oportunidade, quer para os idosos, quer para a sociedade no seu conjunto. Os idosos podem continuar a desenvolver-se e ser ativos, mesmo em idades avançadas. Para lograr isso, é essencial que as pessoas consigam ter um envelhecimento saudável. A Organização Mundial da Saúde (4), define o Envelhecimento Saudável como: “o processo de desenvolvimento e manutenção da capacidade funcional que permite o bem-estar em idade avançada”. A capacidade funcional engloba os atributos relacionados à saúde que permitem que as pessoas sejam ou façam o que valorizam e resulta da combinação da capacidade intrínseca dos indivíduos (capacidades físicas e mentais), os ambientes nos quais vivem, e a interação entre eles (4). Estas capacidades variam com o tempo (4). O conceito de envelhecimento saudável implica que os idosos possam manter a capacidade de tomar decisões, preservem os seus propósitos e independência, de forma de poder contribuir para a sociedade por mais tempo, e ser parte integrante ativa das famílias e das comunidades (11). Para lograr isso, é fundamental que as pessoas vivam os anos “ganhos” de vida com boa saúde (11). O Envelhecimento Saudável, não é definido por um nível ou limiar específico do funcionamento ou da saúde mas como um processo que permanece relevante a cada adulto maior (4).

O envelhecimento da população exige uma análise multidisciplinar. Dentro dos fatores de risco a ser considerados no processo de envelhecimento, os relacionados com os estilos e hábitos de vida merecem especial atenção, por ser passíveis de intervenção (2). O envelhecimento pode estar associado a limitações que trazem consequências negativas a nível da ingestão alimentar e no estado nutricional, o que, associado ao sedentarismo, pode resultar em doenças degenerativas e metabólicas (2).

A saúde precária não precisa ser a característica dominante e limitante das populações mais velhas. Muitas das doenças crónicas que provocam problemas de saúde na velhice, podem ser prevenidas ou retardadas por meio de comportamentos saudáveis, que incluem a atividade física e a boa nutrição, mesmo em idades avançadas (4).

Envelhecer de boa forma implica que as pessoas mantenham uma capacidade de resposta adaptativa aos diferentes desafios tanto endógenos como exógenos que surgem a medida que

envelhecem. Estes desafios incumbem tanto aos profissionais de saúde como à sociedade em geral (2).

O fato de viver mais não está sempre associado a viver melhor. Um desafio que enfrenta a humanidade é, efetivamente, criar as condições para um envelhecimento saudável, de forma de dotar aos anos de vida ganhos da melhor qualidade possível. Isto não significa que tem que haver uma forma ideal de envelhecer ou um modelo único de velhice, mas devem ser dadas as condições para que cada um possa ter a oportunidade de viver essa etapa da vida da forma que considerar melhor. Para atingir esse objetivo é crucial que as pessoas consigam transitar o seu caminho com autonomia.

1.4. Sarcopenia

1.4.1. Definição e diagnóstico da sarcopenia

A sarcopenia pode ser definida como um distúrbio do músculo esquelético generalizado e progressivo, com perda acelerada de massa muscular e função muscular (12), que está associado ao aumento da probabilidade de resultados adversos, incluindo quedas, fraturas, incapacidade física e mortalidade (13).

Pode ser considerada como uma falência de órgãos (insuficiência muscular) que habitualmente é crônica, mas que pode desenvolver-se de forma aguda (14).

Irwin Rosenberg (15) em 1989 propôs o termo sarcopenia para definir a perda de massa muscular e função relacionada à idade, com afetação da mobilidade e a independência. As raízes gregas da palavra são sarx (carne) e penia (perda).

Durante décadas, o termo sarcopenia foi usado para descrever perda de massa muscular ou baixa massa muscular sem referência à função. No entanto, várias definições de consenso publicadas por vários grupos de especialistas de todo o mundo agora incluem a função muscular no conceito ou definição da sarcopenia. Não existe uma concordância total sobre as variáveis que devem ser incluídas e os pontos de corte a ser utilizados (12).

Nas últimas décadas, tem havido um interesse crescente neste tema que se traduz numa grande quantidade de estudos e de uma tentativa de definir mais precisamente esta patologia. São várias as definições e classificações que foram propostas ao longo dos anos, com uma falta de consenso que acaba por provocar uma limitação para a aplicação na clínica e na

investigação. Vários grupos de trabalho recomendaram definições para sarcopenia, mas essas definições diferem ligeiramente em relação aos critérios diagnósticos (13,16–21). Além disso, dentro desses critérios, diferentes pontos de corte e diferentes instrumentos de medida têm sido recomendados para diagnosticar a sarcopenia.

A sarcopenia é reconhecida desde o ano 2016, como uma doença muscular com um Código de Diagnóstico do ICD-10-CM (M 62.84). Classificação Internacional de Doenças, Décima Revisão, Modificação Clínica (CID-10-CM) (22,23).

Entre as definições mais citadas e utilizadas nas diferentes publicações sobre sarcopenia, se encontram as dos seguintes grupos de trabalho: European Working Group on Sarcopenia in Older People (**EWGSOP**) – 2009 (16); European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (**EWGSOP2**) – 2018 (13) (atualização do EWGSOP); International Working Group on Sarcopenia (**IWGS**) – 2011 (17); Foundation for the National Institutes of Health (**FNIH**) Sarcopenia Project – 2014 (18), The Asian Working Group for Sarcopenia (**AWGS**) – 2014 (20); The Asian Working Group for Sarcopenia 2 (**AWGS2**) - 2019 (21) (atualização do AWGS) e o Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium (**SDOC**) (24)- 2020 . O Special Interest Group: “cachexia-anorexia in chronic wasting diseases” (**SIG**) também publicou uma definição em 2010 (19).

Os critérios de diagnóstico mais utilizados atualmente na investigação, são os do EWGSOP, seguidos pelos do AWGS e os do FNIH (25).

O EWGSOP (16) definiu a sarcopenia como baixa massa muscular combinada com baixa força muscular ou baixo desempenho físico. DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry) ou BIA (Bioelectrical Impedance Analysis) foram recomendados para avaliar massa muscular; força de prensão manual para avaliar força muscular (FM) e Short Physical Performance Battery (SPPB) ou velocidade da marcha (VM) para avaliar desempenho físico (DF).

Em 2019, após nova reunião do EWGSOP, os critérios de diagnóstico foram atualizados. Para o diagnóstico de sarcopenia, o EWGSOP2 (13) utiliza a avaliação de baixa força muscular, baixa quantidade ou qualidade de massa muscular e baixo desempenho físico. A sarcopenia é provável se há baixa FM e se confirma pela baixa MM. No caso de estar presentes os 3 critérios, a sarcopenia é considerada grave (13). Foi dada prioridade à FM porque é melhor preditor de resultados adversos (duração dos internamentos, limitações

funcionais, má qualidade de vida e morte) do que a MM, e por ser a medida mais confiável de função muscular (13). O baixo DF é considerado um indicador de gravidade da sarcopenia devido a que prediz desfechos adversos (13). A massa muscular pode ser avaliada mediante DEXA, BIA ou medidas antropométricas; a força muscular usando força de preensão manual; e o desempenho físico usando velocidade de marcha, SPPB ou TUG (Timed Up and Go). O EWGSOP2 melhorou a capacidade preditiva de desfechos como hospitalização e incidência de quedas em relação ao EWGSOP e também (provavelmente por usar pontos de corte mais baixos) diagnostica mais pessoas com sarcopenia do que o EWGSOP (25). Os pontos de corte para variáveis como o TUG recomendados pelo EWGSOP2 não utilizam os dados normativos mais recentes (25). Para triar indivíduos com risco de sarcopenia, o EWGSOP2 recomenda o uso do questionário SARC-F (13).

O Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS 2014) (20), considera a sarcopenia como uma diminuição da massa muscular vinculada à idade, acompanhada de baixa força muscular e/ou baixo desempenho físico. Tem muitas semelhanças com o EWGSOP mas com adaptações à população asiática. O AWGS2019 (21) é uma atualização que manteve a definição do AWGS2014, mas revisou o algoritmo de diagnóstico, protocolos e alguns critérios, relacionados com a FM e o DF. Também separou o diagnóstico em ambientes comunitários ou hospitalares e define “possível sarcopenia” para identificar pessoas em risco na comunidade (definida por baixa força muscular ou baixo desempenho físico apenas), de forma de poder implementar medidas preventivas (21). O AWGS2019 usa a Circunferência da panturrilha, o SARC-F ou o SARC-CalF (SARC-F + Circunferência da panturrilha) como método de triagem para a sarcopenia. Devido às mudanças em alguns pontos de corte, a prevalência de sarcopenia é maior pelo AWGS2019 do que pelo AWGS2014 (25).

The Foundation for the National Institutes of Health (FNIH) Sarcopenia Project (18) define a sarcopenia mediante a presença de baixa força muscular mais baixa massa muscular. Primeiro avalia o desempenho físico pela velocidade de marcha e de acordo ao resultado, é avaliada a força muscular. Por último, é avaliada a massa muscular. As ferramentas usadas para a avaliação dos parâmetros são similares às do EWGSOP2 mas os pontos de corte são diferentes.

The Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium (SDOC) (24) utiliza para o diagnóstico de sarcopenia a baixa força muscular, (medida pela força de preensão manual) e a lentidão (medida pela baixa velocidade de marcha habitual). O SDOC não inclui a massa

magra medida por DEXA na definição de sarcopenia. porque os expertos referem que esta tem menos capacidade preditiva de resultados adversos quando comparada com a força de preensão manual e a velocidade de marcha.

The International Working Group on Sarcopenia (IWGS) define operacionalmente a sarcopenia como baixa massa muscular (massa magra apendicular) combinada com baixo desempenho físico (17).

Um resumo dos parâmetros e pontos de corte utilizados para definir/diagnosticar a sarcopenia, pelos principais grupos de trabalho encontra-se na Tabela 1.

GRUPO	Massa muscular	Força muscular (Força de prensão manual)	Função muscular/ Desempenho físico
EWGSOP (16)	MEA/altura ² Mulheres: 5,5 kg / m ² Homens: 7,26 kg / m ²	Mulheres: FP < 20 kg Homens: FP < 30 kg	VM ≤ 0.8 m/seg
EWGSOP2 (13)	MEA/altura ² Mulheres: < 6 kg/m ² Homens: < 7 kg/m ²	Mulheres: FP < 16 kg Homens: FP < 27 kg ou Teste da cadeira > 15 seg (5 vezes)	VM ≤ 0,8m/seg TUG ≥20 seg 400M ≥6 seg ou s/completar SPPB ≤8
IWGS (17)	MEA/altura ² Mulheres: ≤ 5,61 kg/m ² Homens: ≤ 7,23 kg/m ²	Sem indicações	VM <1 m/seg
FNIH (18)	MEA/IMC Mulheres: ≤ 0,512 Homens: ≤ 0,789 ou MEA Mulheres <15,02 kg Homens < 19,75kg	Mulheres: FP < 16 kg Homens: FP < 26 kg	VM ≤ 0,8 m/seg
SIG (presença combinada dos dois critérios)	Percentagem de massa muscular ≥ 2 desvios standard abaixo da média medida em adultos jovens		VM < 0.8 m/seg (pode ser substituído por outro test funcional)
AWGS1(20)	DEXA Mulheres: <5.4 kg/m ² Homens: <7.0 kg/m ² BIA Homens: <7.0 kg/m ² Mulheres: <5.7 kg/m ²	Mulheres<18kg Homens <26 kg	VM
AWGS2 (21)	DEXA Mulheres: <5.4 kg/m ² Homens: <7.0 kg/m ² BIA Homens: <7.0 kg/m ² Mulheres: <5.7 kg/m ²	Mulheres<18kg Homens<28 kg	VM <1m/seg Teste da cadeira ≥12 seg SPPB ≤ 9
SDOC (24)	Não avalia	Força de prensão Mulheres: <20kg Homens: <35.5kg Força de prensão ajustada IMC Mulheres: <0.79 Homens:<1.05 Força de prensão ajustada por MCT Mulheres: <0.65 Homens: <1.66 Força de prensão ajustada por massa magra do braço Mulheres: <3.26 Homens: <6.1 Força de prensão ajustada por peso corporal Mulheres: <0.34 Homens: <0.45	VM habitual <0.8 m/seg

Tabela 1. Parâmetros e pontos de corte para definição e diagnóstico de sarcopenia dos principais grupos de trabalho sobre sarcopenia

EGSOW: European Working Group on Sarcopenia in Older People; FNIH: Foundation for the National Institutes of Health; SIG,;Special Interest Group in cachexia-anorexia in chronic wasting diseases. AWGS: Asian Working Group on Sarcopenia; SDOC: Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium; FP: força preensora; IMC: Índice de Massa Corporal; MCT: Massa corporal total; IWGS: International Working Group on Sarcopenia; MEA: Massa esquelética apendicular; 400MWT: Teste de caminhada de 400 metros; TUG: Test Timed-Up and Go; VM: Velocidade da marcha; SPPB: Short Physical Performance Battery

Em definitiva, baixa massa muscular, força muscular e desempenho físico são os três parâmetros recomendados para diagnosticar a sarcopenia pela maioria dos consensos de expertos. Atualmente, não existe uma definição única que possa ser considerada “padrão-ouro” para o diagnóstico de sarcopenia. As ferramentas de diagnóstico mais comumente usadas são as definições operacionais de consenso do EWGSOP, AWGS, FNIH e SDOC (25).

1.4.2. Métodos para avaliar os parâmetros utilizados na definição de sarcopenia

1.4.2.1. Avaliação da massa muscular

Para a avaliação da massa muscular podem ser utilizados vários métodos. A ressonância magnética (RM) e a tomografia computadorizada (TC) são consideradas os padrões ouro para medir a composição corporal e quantificar a massa muscular devido a que podem avaliar separadamente a gordura dos outros tecidos (25,26). O uso destes métodos é limitado na prática clínica, entre outros pelo elevado custo, a complexidade técnica e a exposição à radiação no caso da TC (25,26).

A absorciometria de raios X de dupla energia (DEXA) pode diferenciar gordura de tecido ósseo e tecidos magros (26), mas mede a massa magra apendicular, que não reflete fielmente a massa muscular real (27). Emite uma radiação considerada mínima mas tem como desvantagem que não é portátil (28). Diferentes aparelhos de DEXA, podem produzir resultados diferentes para o mesmo indivíduo (27). A DEXA é recomendada pelo EWGSOP, FNIH e AWGS para avaliar MM.

A análise de bioimpedância elétrica (BIA) é uma ferramenta não invasiva, que mede as características elétricas do organismo e que é amplamente utilizada para avaliar a composição corporal (25,27). A BIA, pode estimar a água corporal total e a massa livre de gordura por meio de equações preditivas, que incluem variáveis da BIA e outras como idade, estatura e peso (29). A BIA tem baixo custo, portabilidade e é fácil de realizar (26,28). As desvantagens da BIA são a superestimação da MM (25) e a falta de padronização nos diferentes modelos de aparelhos (27). A sobrecarga hídrica e a desidratação, alteram os resultados das medições (27). A DEXA pode ser considerada a melhor ferramenta para quantificar a massa muscular em pesquisa e a BIA como uma alternativa portátil válida na prática clínica (26,28).

A circunferência do braço e a circunferência da panturrilha predizem o desempenho e a sobrevivência nos idosos (26). A circunferência da panturrilha é uma medida substituta para a massa muscular da panturrilha em ferramentas de diagnóstico para sarcopenia (27) e corrigida para sexo, idade e etnia foi altamente correlacionada com as medidas DEXA da massa esquelética apendicular (25). No entanto, Marzetti et al (26) não recomendam as medidas antropométricas para diagnosticar sarcopenia em idosos e obesos devido às alterações relacionadas à idade nos depósitos de gordura e à perda de elasticidade da pele que podem conduzir a erros na estimativa da composição corporal.

Método	Vantagens	Desvantagens
Circunferência da panturrilha	Fácil de fazer em ambiente clínico Baixo custo Correlaciona-se bem com DEXA/MRI	Sensibilidade incerta Precisão diminuída em obesidade
BIA	Bem tolerado/não invasivo Portátil Baixo custo relativo	Superestima a massa muscular. Impreciso em pessoas desidratadas ou com excesso de líquidos Diferentes máquinas e equações
DEXA	Validado contra tecido pós-morte Menos custo que TC ou RNM Mede osso também. Baixa radiação	Não portátil Variabilidade de resultados de diferentes aparelhos Subestima a massa magra total Sobrestima a massa magra apendicular Não informa sobre a qualidade muscular
Ressonância magnética	Alta resolução Tridimensional	Não portátil Excessivamente cara
Ultrassonografia	Não invasivo Sem exposição à radiação Portátil Barato Medidas ângulo de penetração Demonstra diferenças na morfologia muscular	Dependente da habilidade operatória Precisão incerta
Método de diluição de D3-creatina	Específico para o músculo Altamente preciso Prediz resultados desfavoráveis	Em desenvolvimento

Tabela 2. Comparação de métodos para medir a massa magra / muscular. Modificada de Bauer et al (21).

1.4.2.2. Avaliação da força muscular

A força muscular é habitualmente avaliada usando a força de preensão manual ou a força extensora do joelho (25,26,28). Ambas as medidas são preditivas de resultados adversos. A força de preensão (absoluta ou ajustada para o IMC) é um importante discriminador de incapacidade de mobilidade e um preditor de quedas, incapacidade para realizar atividades da vida diária e mortalidade (28,30). A força de preensão alcança um pico no início da vida adulta que é seguido por um período de manutenção (31). Na quinta década da vida, começa a declinar tanto em homens como em mulheres (31). A força dos membros inferiores prediz equilíbrio, quedas e mobilidade funcional (25,28). Devido a que existem abordagens padronizadas e gráficos normativos para a força de preensão manual, as recomendações para diagnóstico de sarcopenia habitualmente preferem esta medida em vez de medidas da força dos membros inferiores (25).

1.4.2.3. Avaliação do desempenho físico

O desempenho físico é uma função do corpo inteiro relacionada à locomoção, medida objetivamente e que permite atuar de forma independente na vida diária (12,13). É um conceito multidimensional que envolve os músculos, mas também a função nervosa central e periférica, incluindo o equilíbrio (32). Para a avaliação do desempenho físico existem várias ferramentas. As mais utilizadas para avaliar DF na sarcopenia são: Velocidade habitual da marcha (VM), Short Physical Performance Battery (SPPB), Timed-Up and Go (TUG), o Teste de caminhada de 400 metros e Teste de força para subir escadas (12,25,26,32).

A SPPB é a mais amplamente utilizada tanto no campo da investigação como na clínica e é um forte preditor de resultados adversos (32). Consiste em 3 testes que devem ser realizados na ordem em que se relatam: teste de equilíbrio (3 posições diferentes por 10 segundos cada uma), velocidade de marcha de 4 metros e teste de levantar da cadeira (levantar de uma cadeira e retornar à posição sentada, cinco vezes). A pontuação de cada teste varia de 0 (pior resultado) a 4 (melhor resultado) (32). Os resultados informam sobre um declínio funcional que está associado ao risco futuro de comprometimento da mobilidade, dependência de cuidados, institucionalização, internamento hospitalar e mortalidade (25,32).

A Velocidade habitual da marcha faz parte do SPPB, mas também pode ser utilizada como parâmetro único para a prática clínica e a investigação (26). É uma das ferramentas mais utilizadas na prática clínica para avaliação do desempenho físico (32). Geralmente é medido em uma curta distância (2,4 m; 4 m; 6 m e 10 m). A distância de 4 m, validada em idosos, é a mais utilizada (32). Uma velocidade $< 0,8$ m/s para distância de 4 m é considerado mau desempenho físico (32). O limiar considerado para baixa velocidade de marcha pelo EWGSOP2 (13), FNIH (18) e SDOC (24) é $\leq 0,8$ m/segundo, entanto que o AWGS define velocidade de marcha lenta como $< 1,0$ m/s (21). Este teste mostrou ser altamente preditivo para dependência nas atividades da vida diária, limitação grave da mobilidade ou mortalidade (32).

O teste Timed-get-up-and-go (TUG) é um único teste que mede o tempo que uma pessoa demora para completar uma série complexa de diferentes tarefas motoras (32) e consiste em levantar-se de uma cadeira, caminhar 3m, virar-se e depois voltar e sentar-se novamente (25,26). Avalia principalmente a marcha e o equilíbrio dinâmico e é pontuado numa escala de 5 pontos (26,32). O TUG prediz mortalidade em idosos (25). Uma pontuação de 14 segundos identifica idosos com risco de quedas (32). EWGSOP-2 define TUG lento como > 20 segundos (13).

O teste de caminhada de 400 m avalia a capacidade e a resistência da marcha. Os participantes devem completar 20 voltas de 20 m o mais rápido possível (13). Podem realizar até duas paradas para descansar. O EWGSOP-2 inclui este teste para avaliar o desempenho físico.

O teste de levantar da cadeira mede o tempo necessário para realizar cinco levantamentos, de uma cadeira sem usar os braços (tem que estar cruzados sobre o peito) (25,32). Uma duração do teste de 12 segundos indica baixo desempenho físico para o AWGS2 (21). O EWGSOP2 (13) considera este teste para avaliação da força muscular de membros inferiores.

O teste de subir escadas avalia a capacidade de subir e descer um lance de escadas, bem como a força, potência e equilíbrio dos membros inferiores e foi sugerido para ser utilizado na investigação (16,33).

1.4.2.4. Ferramentas de triagem para casos de sarcopenia

Muitos dos casos de sarcopenia não são diagnosticados, em parte porque as ferramentas de diagnóstico não são precisas para este fim (12). Por este motivo, na prática clínica, a detecção de casos deveria ser realizada para encontrar indivíduos com provável sarcopenia (pacientes que relatam, o nos que são detetados quedas, sensação de fraqueza, velocidade de caminhada lenta, dificuldade em levantar-se de uma cadeira ou perda de peso ou diminuição de massa muscular) (12,13). Uma destas ferramentas é o SARC-F, um questionário simples, que avalia 5 elementos: Força (**S**trength), Assistência para caminhar (**A**ssistance with walking), Levantar de uma cadeira (**R**ise from a chair), Subir escadas (**C**limb stairs) e Quedas (**F**alls) (34). Os escores variam de 0 a 10, com 0 a 2 pontos para cada componente do questionário (34). O SARC-F tem uma sensibilidade baixa a moderada mas elevada especificidade para prever baixa força muscular, pelo que deteta principalmente casos graves (12). A medição da circunferência da panturrilha melhora a sensibilidade e especificidade do SARC-F (SARC-CalF) (35) e é recomendado pelo AWGS2. O EWGSOP2 e o AWGS2 recomendam o SARC-F como ferramenta de screening para sarcopenia.

Existem outros métodos de screening como a Fórmula de Ishii (método validado para a população asiática, que estima a probabilidade de sarcopenia usando uma pontuação derivada de equação com base na idade, força de preensão e circunferência da panturrilha) (13) e a grelha de triagem de Goodman (25).

1.4.3. Categorias da sarcopenia

Sarcopenia primária e secundária: A sarcopenia relacionada ao envelhecimento, sem outra causa específica evidente, é considerada primária. Quando existem outros fatores causais além do envelhecimento, que possam explicar a sarcopenia (como doenças malignas ou falência de órgãos), esta é definida como secundária (13). A inatividade física e as dietas hipocalóricas ou hipoproteicas podem ser causa de sarcopenia (13).

Sarcopenia aguda e crônica: De acordo com a duração, o EWGSOP2 (13) divide a sarcopenia em aguda (duração inferior a 6 meses) e crônica (duração ≥ 6 meses). A sarcopenia aguda está habitualmente associada a uma doença aguda. A crônica está associada a condições crônicas e progressivas e aumenta o risco de mortalidade.

1.4.4. Diagnóstico diferencial da sarcopenia

No diagnóstico diferencial da sarcopenia são consideradas 3 condições: desnutrição, caquexia e fragilidade (12). A redução da massa muscular com força muscular normal seria mais sugestivo de desnutrição do que de sarcopenia, enquanto a redução da massa muscular com função muscular alterada levaria ao diagnóstico de sarcopenia (12). A sarcopenia pode estar associada à desnutrição (13). Caquexia é um termo que descreve a perda de massa muscular e de peso grave associada ao cancro, HIV e SIDA, ou falência de órgãos em estágio final. Caquexia e sarcopenia podem coexistir, e alguns aspetos da definição de sarcopenia, em particular baixa massa muscular, estão incluídos nas definições de caquexia (12). A fragilidade é uma síndrome geriátrica e a sarcopenia uma doença. A fragilidade é o declínio ao longo da vida a nível de múltiplos sistemas fisiológicos, resultando em consequências negativas para as dimensões física, cognitiva e social. A fragilidade é um conceito amplo e a sarcopenia pode contribuir para o seu desenvolvimento (12,13).

A obesidade sarcopénica é uma condição de redução da massa magra corporal com aumento da adiposidade (12), cujo risco e prevalência aumentam com a idade (13). A obesidade exacerba a sarcopenia, aumenta a infiltração de gordura no músculo, diminui a função física e aumenta o risco de mortalidade (13). É considerada uma condição distinta da sarcopenia (12,13).

1.4.5. Importância da sarcopenia

A sarcopenia é um preditor significativo de mortalidade por todas as causas entre idosos que vivem na comunidade (36,37) e em residentes de lares de idosos ou hospitalizados (37–39). A associação a um risco significativamente maior de mortalidade é independente da população estudada, a definição de sarcopenia utilizada nos estudos e o período de acompanhamento (37,40). A idade parece ter impacto nos resultados; há uma associação maior de mortalidade com sarcopenia entre indivíduos com 79 anos ou mais (37).

A sarcopenia é um biomarcador clínico para identificar pessoas com risco aumentado de incapacidade por dificuldade na mobilidade (30). Os sujeitos com sarcopenia podem ter um risco 3 vezes maior de declínio funcional ou deficiência funcional em comparação com indivíduos não sarcopénicos (37). A probabilidade de comprometimento funcional e incapacidade física em idosos com sarcopenia é aproximadamente duas vezes maior nos

homens e três vezes maior nas mulheres em relação aos idosos sem esta patologia, respectivamente (41).

A sarcopenia provoca perda de independência (42), aumenta o risco de quedas (37,43,44) e contribui para a diminuição da qualidade de vida (45).

Do ponto de vista dos sistemas de saúde, a Sarcopenia é onerosa (46). A baixa massa muscular ou sarcopenia estão associadas ao aumento da utilização de cuidados de saúde fora do hospital e durante o internamento hospitalar (permanência prolongada e aumento de complicações), especialmente no ambiente pós-operatório (47). Os custos diretos e indiretos de cuidados de saúde aumentam no caso de baixa massa muscular ou sarcopenia (47).

Dadas suas consequências, a sarcopenia pode ser considerada um importante problema de saúde pública, e intervenções preventivas e terapêuticas merecem ser mais desenvolvidas (37).

1.4.6. Prevalência da sarcopenia

A estimativa da prevalência de sarcopenia na literatura apresenta uma elevada heterogeneidade que é devida a diferenças na população estudada (pessoas que vivem em casa, em lares de idosos ou hospitalizadas), nos critérios diagnósticos escolhidos e nos diferentes métodos utilizados para avaliar a massa muscular, força muscular e desempenho físico (48–50).

Shafiee et al. (48) relatam uma prevalência geral de sarcopenia em adultos saudáveis de 60 ou mais anos de 10%, tanto em homens como em mulheres. Também encontraram uma maior prevalência em indivíduos asiáticos que em não asiáticos.

Numa revisão sistemática e meta-análise, Papadopoulou et al. (49), compararam as diferenças na prevalência de sarcopenia entre diferentes populações de pessoas com 60 anos de idade ou maiores (residentes na comunidade, hospitalizados, lares de idosos), e encontraram uma prevalência de 38% entre os indivíduos que vivem em lares de idosos, seguidos por aqueles que estão hospitalizados, com uma prevalência de 23%. A prevalência descrita para os indivíduos que vivem na comunidade foi de 10%, o que concorda com a relatada por Shafiee et al. (48) e referem também uma maior prevalência entre indivíduos

asiáticos que entre não asiáticos. A prevalência de sarcopenia em idosos que vivem na comunidade na Europa foi de 13% para homens e 14% para mulheres (49).

Mayhew et al., noutra revisão sistemática, de estudos realizados em pessoas de 60 ou mais anos que viviam na comunidade, encontraram que a prevalência da sarcopenia varia entre 9,9% e 40,4%, dependendo fundamentalmente, da definição de sarcopenia utilizada nos estudos (50).

Rodriguez et al. relatam uma prevalência entre 17,7% a 87% numa revisão sistemática de estudos de prevalência entre idosos institucionalizados (51).

É provável que a prevalência da sarcopenia aumente significativamente nas próximas décadas, tendo em conta a demografia dos países da União Europeia e a prevalência atual da patologia (independentemente da definição utilizada), o que faz da sarcopenia um grande problema de saúde pública que deve chamar a atenção de profissionais de saúde e formuladores de políticas de saúde (52,53).

1.4.7. Músculo e envelhecimento. Fisiopatologia da Sarcopenia

Aproximadamente um 40% do peso corporal nos adultos, corresponde ao músculo esquelético, que contém 50% a 75% das proteínas do corpo e é um dos tecidos mais dinâmicos e plásticos do organismo (54). Aos 75-80 anos o músculo esquelético representa um 25% do peso corporal (55). Em adultos >80 anos, até 50% da massa muscular total é perdida e a heterogeneidade usual dos tipos de fibras desaparece (56). A massa muscular depende do equilíbrio entre síntese e degradação proteica (57), processos que são influenciados pelo estado nutricional, atividade física, equilíbrio hormonal, lesão ou doença, entre outros (54). O envelhecimento perturba a homeostase do músculo esquelético, o que requer equilíbrio entre hipertrofia e regeneração através de mecanismos e vias complexas que ainda não são completamente compreendidas (12,58).

O processo de envelhecimento está associado a mudanças notáveis na massa, estrutura e função muscular. Os idosos apresentam um declínio no metabolismo do músculo esquelético, que pode estar relacionado a uma infinidade de fatores predisponentes, como atrito dos telómeros (59), disfunção mitocondrial (60), inatividade física, alterações hormonais, inflamação sistêmica de baixo grau relacionada à idade, bem como uma dieta

hipoproteica (incapaz de contrabalançar as repercussões do aumento do catabolismo muscular esquelético relacionado à idade) (59).

A sarcopenia é um fenómeno complexo, com muitas possíveis causas inter-relacionadas em muitos órgãos e sistemas do corpo (56). Existem vários mecanismos que podem estar implicados no aparecimento e a progressão desta patologia. Esses mecanismos envolvem: síntese proteica, proteólise, integridade neuromuscular e teor de gordura muscular ou mioesteatose (55,61), entre outros. Vários mecanismos podem estar envolvidos num mesmo indivíduo e as contribuições relativas podem variar ao longo do tempo (16).

Os músculos dos adultos tem três tipos de fibras: tipo I (lento, oxidativo, resistente à fadiga), IIA (rápido, oxidativo, propriedades metabólicas intermediárias) e IIX (mais rápido, glicolítico, fatigável) (54). As alterações celulares no músculo sarcopénico incluem a redução do tamanho e do número de miofibras, o que afeta particularmente as fibras do tipo II (12).

Os processos regenerativos do tecido muscular tornam-se cada vez mais lentos com o envelhecimento; há uma diminuição progressiva da capacidade proliferativa das células satélites (62,63) e a densidade destas células ao redor das fibras musculares do tipo II diminui, enquanto há um aumento na densidade de células satélites ao redor das fibras musculares do tipo I (63). Nos idosos, a taxa de crescimento total das células miogénicas não corresponde à taxa de redução das células musculares funcionais o que contribui para a perda de massa muscular, um fenómeno que parece inevitável (62).

As diversas alterações morfológicas que sofre o músculo com o envelhecimento, podem afetar a força muscular e o desempenho físico. Um desafio no estudo do envelhecimento do músculo esquelético é decifrar se as mudanças inerentes ao sistema neuromuscular e à deterioração da função muscular são devidas à idade ou são uma consequência do estilo de vida e da doença (56,58). Modificações metabólicas musculares associadas ao envelhecimento têm sido associadas a alterações na arquitetura muscular e declínios na massa muscular e na sensibilidade à insulina. Muitas dessas respostas a nível muscular atribuídas ao envelhecimento, se verificam em adultos jovens saudáveis submetidos à inatividade física e imobilização e não está claro quais dessas características são devidas ao envelhecimento em si ou ao sedentarismo (64).

A massa e a força muscular variam ao longo da vida – geralmente aumentando com o crescimento na juventude e na idade adulta jovem, mantendo-se na meia-idade e diminuindo com o envelhecimento. A partir da terceira década da vida, a percentagem de massa muscular em relação ao peso corporal começa a diminuir, e a partir dos 45 a 50 anos é observada uma diminuição na quantidade absoluta do músculo esquelético (65,66), com um declínio moderado até aproximadamente os 60 anos, seguido por uma taxa de perda mais acelerada após essa idade (66). Essas alterações habitualmente não se tornam funcionalmente significativas até aproximadamente os 60 anos de idade pela grande capacidade de reserva do músculo esquelético (56). Com o envelhecimento se produz uma diminuição mais acentuada da massa muscular dos membros inferiores em relação aos superiores (65).

Tanto a atrofia muscular quanto a diminuição da qualidade das fibras musculares, contribuem para a disfunção muscular nos idosos (66–68). Há várias alterações fisiológicas associadas ao envelhecimento e à sarcopenia, que embora não ocorram dentro das fibras musculares e não alterem a estrutura nem a função da proteína básica do miofilamento, influenciam a função muscular, como o aumento do acúmulo de tecido adiposo ao redor e entre as fibras musculares (69,70), a diminuição da influência anabólica do sistema endócrino e as alterações relacionadas à idade no sistema nervoso (perda de neurônios motores, a remodelação de unidades motoras por meio de reinervação colateral e o comprometimento da ativação neuromuscular) (70).

A remodelação das unidades motoras implica um processo de reparação e reconstrução da placa motora terminal, com denervação seletiva das fibras musculares, seguida pela maior projeção da porção terminal dos axônios a partir das unidades motoras adjacentes (67). Este processo deteriora-se gradualmente na idade avançada provocando uma atrofia muscular por denervação (66,67). O envelhecimento está associado a um decréscimo no número de fibras musculares e a atrofia das fibras do tipo II, mas as percentagens relativas de diferentes tipos de fibra parecem não estar afetadas (66). Essa condição está associada a inflamação crónica, e redução no hormónio do crescimento circulante, o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1), nas isoformas músculo-específicas de IGF, no número e na capacidade das mitocôndrias, nos núcleos celulares e nas estruturas da placa terminal (67), juntamente com infiltração de gordura intermuscular e intramuscular (miosteatose) (12).

O número médio de fibras musculares nos indivíduos jovens varia aproximadamente de 400.000 a 900.000 e o número de unidades motoras se encontra entre 125 e 325 entanto que

nos idosos, a partir dos 70 anos, o número de fibras musculares e de unidades motoras varia de 200.000 a 350.000 e de 1 a 125, respectivamente (63).

Com a idade, provavelmente devido à denervação e posterior necrose, as fibras musculares perdem sua distribuição habitual e tendem a agrupar-se de acordo com o tipo (67). Alterações na ativação neuromuscular influenciam a taxa de desenvolvimento de força e a potência muscular (68).

Uma redução de 40% a 50% na massa muscular como consequência da perda de unidades motoras e da atrofia das fibras musculares pode estar relacionada à força reduzida entre os 25 e os 80 anos de idade, mesmo entre adultos saudáveis fisicamente ativos (67). As pessoas perdem cerca de 30% de sua força até os 70 anos, e outros 30% da força remanescente, por década, depois disso (53).

O conteúdo não contrátil nos músculos dos adultos maiores de 65 anos saudáveis pode ser mais de dois vezes maior que em adultos mais novos e a percentagem está relacionada com o nível de atividade física nos mais velhos (71).

As fibras musculares do tipo I são recrutadas durante as atividades de baixa intensidade enquanto as do tipo II são recrutadas durante atividades de alta intensidade (68). A perda de fibras de tipo II e de unidades motoras rápidas, com perda de força muscular resultante, compromete a capacidade para realizar ações como levantar de uma cadeira, subir degraus ou manter o equilíbrio (72). A força muscular aumenta até atingir um pico, perto dos 40 anos de idade e é seguida por um período de manutenção antes de diminuir com o aumento da idade (56). Até a adolescência, a força de homens e mulheres é semelhante, após a qual os homens começam a ganhar força mais rapidamente até alcançar um pico que também é maior nos homens (56). Aproximadamente uma de cada quatro pessoas de 80 anos de idade, apresentam força de preensão manual baixa e podem ter menos de 40% da força de adultos jovens (31,56).

Num estudo de coorte (73) que avaliou a massa e a força muscular em idosos de entre 70 e 79 anos de idade, foi observado que tanto mulheres quanto homens perderam força (estes últimos quase o dobro) e que as taxas anualizadas de declínio da força das pernas foram cerca de três vezes maiores do que as taxas de perda de massa magra nas pernas, sugerindo uma perda da qualidade muscular com a idade. Relataram também, que manter ou ganhar massa muscular não previne a diminuição da força muscular associada ao envelhecimento.

Portanto, a perda de força muscular com a idade, não se explica só pela diminuição da massa muscular (56,73). As diminuições na força podem ser de 2 a 5 vezes maiores do que a perda de tamanho muscular com o envelhecimento, o que indica que a fraqueza muscular progressiva com a idade ocorre independentemente das alterações na massa muscular, apontando a perdas na qualidade muscular com o envelhecimento (69). Um indicador de qualidade muscular é a força específica (força gerada por um músculo ajustada ao seu tamanho), e essa propriedade esta habitualmente reduzida nos idosos (54).

Outra mudança importante no músculo esquelético, relacionada à idade, é uma redução na velocidade contrátil. A redução na força e na velocidade de contração tem um efeito maior do que aditivo na função física (56).

Kosta et al (74), encontraram que a potência muscular começa a diminuir após a quarta década ou antes e torna-se significativamente menor a medida que a idade aumenta. A potência máxima resulta da força muscular (intimamente dependente da massa muscular) e da qualidade muscular (refletida pela velocidade de contração ótima). Também encontraram uma diminuição sistemática da velocidade de contração a partir dos 30 anos, sugerindo a possibilidade de um treinamento mais orientado à velocidade como forma de retardar o declínio funcional (74).

1.5. Atividade física e sarcopenia

A OMS (75) delimita a atividade física, o exercício físico e o desporto da seguinte forma: **atividade física** é qualquer movimento corporal produzido pela contração dos músculos esqueléticos e que requer um gasto energético. Pode ser realizada em uma variedade de intensidades e como parte do trabalho, tarefas da vida diária ou transporte, e inclui exercício, atividade física de lazer ou até mesmo desporto (75). O **exercício físico** é uma subcategoria de atividade física, planejada, estruturada, repetitiva e intencional com o objetivo de melhorar ou manter um ou mais componentes da aptidão física, o desempenho físico ou a saúde (75). O **desporto** abrange uma série de atividades realizadas dentro de um conjunto de regras e podem ser desenvolvidas como parte do lazer ou da competição, de forma individual ou como parte de uma equipa (75).

1.5.1. Tipos de exercício físico

Treino aeróbico: refere-se a exercícios em que os grandes músculos do corpo se movem de maneira rítmica por períodos de tempo sustentados (76,77). Alguns exemplos de este tipo de exercício físico são: caminhada rápida, corrida, ciclismo, pular corda e natação. O exercício físico aeróbico tem três componentes: intensidade, frequência e duração (77).

Treino de fortalecimento muscular ou treino de força ou resistido: tipo de exercício em que os músculos do corpo se contraem contra uma força ou peso (76,77). Pode ser realizado levantando objetos (halteres ou outros), usando elásticos ou o próprio peso corporal para gerar resistência. Este tipo de treino tem componentes importantes para lograr os objetivos que são: intensidade, frequência, séries e repetições (77).

Treino de flexibilidade: exercício de flexibilidade refere-se a atividades destinadas a preservar ou estender a amplitude de movimento em torno de uma articulação (76,77). Para aumentar a flexibilidade são eficazes os exercícios de alongamento (77).

Treino de equilíbrio refere-se a uma combinação de atividades destinadas a aumentar a força da parte inferior do corpo e reduzir a probabilidade de queda (76). Ajudam a aumentar a capacidade de resistir a forças dentro ou fora do corpo que podem causar quedas. São exemplos de exercícios de equilíbrio: andar para trás, ficar em uma perna ou usar uma prancha de equilíbrio. O fortalecimento dos músculos das costas, abdômen e membros inferiores também é importante para melhorar o equilíbrio (77).

A atividade física que inclui mais de um tipo de atividade, como aeróbica, fortalecimento muscular e treinamento de equilíbrio, é denominada **multimodal** ou **multicomponente** e pode incluir marcha, coordenação e flexibilidade. Podem ser consideradas multicomponentes as atividades recreativas como dança, ioga, tai chi, jardinagem ou desportos porque muitas vezes incorporam vários tipos de atividade física. Um programa de atividade física multicomponente pode incluir caminhada (atividade aeróbica), levantamento de peso (fortalecimento muscular) e pode incorporar exercícios de equilíbrio (77).

O treino com restrição do fluxo sanguíneo (TRFS) é um método de treinamento de resistência sem restrição ou com restrição parcial do fluxo arterial e restrição total do fluxo venoso nos músculos durante o exercício, utilizando um manguito insuflável ou torniquete em torno de um membro. A restrição de fluxo sanguíneo combinada com exercícios de resistência de baixa carga (~20-40% 1RM) podem aumentar a MM e a FM (78).

A **vibração de corpo inteiro (VCI)** é um método que expõe todo o corpo a oscilações mecânicas enquanto a pessoa está em pé ou sentada em uma plataforma vibratória (79). Durante a vibração, se produz uma transferência de energia da fonte de vibração para todo o corpo ou parte deste, o que causa forças reativas no interior do organismo (80). Vários mecanismos foram propostos para explicar o aumento da atividade muscular durante a exposição à VCI: o mais citado é uma contração muscular reflexa chamada reflexo de vibração tónica (79,80). Os reflexos espinhais aumentam a contração muscular através desta atividade reflexa que ocorre durante a estimulação musculotendínea vibratória direta e que aumenta a ativação muscular (79–81). A carga vibratória é dependente de quatro variáveis: frequência, ou número de ciclos de oscilação; amplitude, que se refere ao deslocamento máximo do movimento oscilatório; aceleração, que determina a magnitude; e duração, ou tempo de exposição (80).

1.5.2. Variáveis relacionadas ao treino de força ou resistido

O exercício resistido (TR) é caracterizado por pequenas contrações musculares de elevada força contra uma carga aplicada que causa ativação muscular de alta frequência e é praticado em intervalos de tempo intermitentes (<2-4 min de trabalho total por grupo muscular) (82). O TR depende do metabolismo anaeróbico, portanto, estimula principalmente o metabolismo glicolítico. O exercício resistido é considerado efetivo para melhorar a força muscular e a massa muscular. Assim, pode ter um papel importante na prevenção ou no tratamento da sarcopenia (82,83).

Ao desenvolver programas de TR para idosos, como em todas as idades, é importante considerar todas as variáveis relacionadas ao treinamento, como frequência, duração, tipo de exercícios, séries, intensidade, repetições e progressão (83,84).

Estas variáveis e outros conceitos importantes relacionados ao TR se mencionam, sucintamente, a continuação.

Repetição: Um movimento completo do exercício (67,83). O número de repetições que se pode realizar está inversamente relacionado à intensidade.

Repetição máxima (1RM): Maior força gerada pela realização de um movimento (67). Realizar o exercício até a falha dentro de 10 a 15 repetições, provavelmente indica que um

indivíduo está exercitando-se em uma intensidade de 70-85% de 1RM (83). Nos idosos pode ser necessário estimar o valor de 1RM, com base no esforço submáximo (67).

Série: Número preestabelecido de repetições realizadas (67).

Volume de treino: Total de trabalho realizado e uma única sessão de treino (67). Uma forma simples de quantificar o volume de treino é o método de repetição (total de repetições realizadas em um exercício específico por sessão de treinamento ou dentro de uma semana de treinamento).

Intensidade do exercício: Força muscular expressada como percentual da capacidade máxima de geração de força (1RM) ou algum nível do máximo (67).

Frequência do exercício refere-se ao número de sessões de exercício por semana por grupo muscular (83,84).

Progressão: sobrecarga gradual durante o exercício (83). Aplicar a progressão nos programas de TR é importante para conseguir melhorias na MM, FM e DF (83). Os princípios mais importantes da **progressão do TR** são (85): **sobrecarga progressiva** (aumento na carga para produzir uma força maior) (67), **especificidade** e **variação** (alteração de uma ou mais variáveis do programa de TR para que o estímulo permaneça eficaz) (85).

A duração de cada sessão e os intervalos de descanso entre séries também são importantes. Para evitar a fadiga excessiva deve de haver um descanso suficiente entre as séries mas este período não deve ser muito prolongado (83).

Os exercícios de TR podem ser divididos em multiarticulares (implicam o trabalho de vários grupos musculares) ou uniarticulares. Nos programas de TR para idosos, são aconselhados preferencialmente, os exercícios multiarticulares. Um programa de TR completo deve incluir exercícios que envolvam todos os principais grupos musculares (83).

1.5.3. Considerações importantes sobre o exercício físico nos idosos

Muitos idosos podem apresentar patologias e comorbidade, que requerem uma consideração especial e uma avaliação médica cuidadosa antes de iniciar um programa de exercícios (86). Sugere-se também que os idosos que estão iniciando um programa de TR recebam instruções e supervisão apropriadas de um profissional de exercícios adequadamente treinado (83).

Qualquer tipo de exercício físico deve ser iniciado por um curto período de tempo com baixa intensidade para aumentar gradualmente ao longo de intervalos de tempo prolongados, a fim de minimizar o risco de lesão (82,86). São necessários programas de exercícios específicos para pacientes idosos (82,87). O TR pode ser realizado com segurança na população idosa, no entanto, o tipo de programa de exercícios para prevenção e tratamento de doenças precisa ser claramente definido, especialmente em idosos frágeis (82,88). Apesar disso, a fragilidade não deve ser considerada uma contraindicação para as atividades físicas, pelo contrário, é uma das razões mais importantes para a prescrição de um programa de treinamento de exercício físico (88). Qualquer tipo de programa de treinamento deve ser individualizado de acordo com a presença de condições crônicas pré-existentes, risco de queda, habilidades individuais e condicionamento físico. Programas de fortalecimento muscular e/ou treinamento de equilíbrio devem ser considerados antes do treinamento aeróbico em idosos com síndrome de fragilidade (82).

O exercício físico nos idosos, tal como em outras etapas da vida, aporta importantes benefícios para a saúde e é fundamental para manter a autonomia e conseguir um envelhecimento saudável (56,76).

1.5.4. Envelhecimento, sedentarismo e atividade física

Existe evidência em relação às diferenças na massa muscular, qualidade muscular e composição corporal associadas ao envelhecimento, mas é difícil concluir que essas diferenças são devidas definitivamente ao processo de envelhecimento sem medidas precisas dos níveis habituais de atividade física (64). Aparentemente, nenhuma intervenção isolada consegue impedir completamente a perda de massa e força muscular associada ao envelhecimento. No entanto, vários fatores modificáveis têm demonstrado desempenhar um importante papel na modulação dessas alterações (58). A atividade física e o exercício físico podem prevenir os declínios no metabolismo e na função muscular (58,76).

A inatividade física é um fator muito importante que afeta o envelhecimento muscular. O comportamento sedentário aumenta com o avançar da idade, provocando uma perda de massa muscular e força muscular, que resulta em fraqueza muscular, e um ciclo vicioso se instala, com uma redução adicional nos níveis de atividade (82). O pico de massa muscular atingido na juventude pode ser um importante determinante da função na vida adulta e é afetado por fatores genéticos, mas também por fatores ambientais, passíveis de modificação

(53). Os fatores genéticos são os principais contribuintes para a força muscular, e a perda de massa muscular também estaria afetada por fatores genéticos (72). Pišot et al. (89), mostraram que a inatividade física induzida pelo repouso controlado no leito, provoca reduções no volume e potência muscular, que são mais graves em indivíduos mais velhos do que em indivíduos mais jovens (e que a recuperação é mais lenta nos primeiros), o que ressalta a importância de um estilo de vida ativo na velhice e de evitar ou minimizar os períodos de inatividade (89). Com o envelhecimento, o músculo esquelético mantém parte da sua plasticidade em resposta ao exercício e existe evidência de que as mudanças no estilo de vida secundárias ao envelhecimento, principalmente a inatividade física, provocam muitas das alterações no metabolismo e na função muscular associadas à idade (58).

O hábito de exercício na meia idade foi associado ao aumento da força muscular e desempenho físico e a baixa prevalência de sarcopenia na idade avançada o que sugere que é um fator protetor contra a sarcopenia na velhice e seria eficaz para manter a FM e o DF nessa etapa da vida (90).

A viabilidade do aumento da massa muscular em idosos tem sido objeto de grande controvérsia na última década e os efeitos do exercício, aplicado isoladamente sobre a massa muscular, precisam ser melhor elucidados (91).

Programas de exercício multimodais (que combinem exercícios resisitidos com exercícios aeróbicos) são eficazes para neutralizar os efeitos prejudiciais do sedentarismo (76)

O exercício físico ao longo da vida ajuda a preservar a estrutura e a função muscular em homens idosos bem treinados, em comparação com idosos saudáveis sedentários; um programa específico de treino pode atenuar ou reverter o declínio do tamanho, força e potência, associadas às alterações ultraestruturais que aparecem com o envelhecimento (92).

Os idosos respondem ao treinamento de força, em termos relativos, como os adultos jovens, apresentando grandes ganhos em força (isométrica e dinâmica) e potência (56). Nas primeiras semanas de treino (~10 semanas) pode haver melhorias notáveis na força e potência. As melhorias na FM seriam provocadas por mudanças na qualidade muscular, modulação neural e tecido conjuntivo (56,92). Essas taxas de melhora são atenuadas após as primeiras 12 semanas de treinamento (56). O grau em que o exercício pode reverter a deterioração fisiológica associada ao envelhecimento pode depender da idade em que uma intervenção específica é iniciada (76). Embora o aumento da força muscular seja menor em

termos absolutos, os aumentos percentuais são semelhantes em comparação com adultos mais jovens (82).

Os seniores desportistas, em comparação com idosos sedentários saudáveis, mantém o tamanho e função da miofibra, mostrando um maior tamanho médio das fibras musculares de tipo I e II (92). Também foram observados em desportistas idosos, eventos de reinervação e menor proporção de fibras com atrofia severa, em comparação com idosos sedentários, o que sugere que a atrofia por denervação pode ser neutralizada pela reinervação em idosos que se exercitam ao longo da vida (92).

O potencial de adaptação do músculo esquelético parece manter-se nos idosos mais velhos. Uma ativação neuromuscular suficiente, pode resultar em ganhos de força e potência e combater a sarcopenia mesmo em indivíduos saudáveis >90 anos de idade (56). Melhorias na ativação neuromuscular precedem aumentos na massa muscular em resposta ao treinamento de resistência (68). No entanto, é preciso conhecer quais respostas específicas ao exercício diferem nos idosos, o mecanismo subjacente pelo qual o envelhecimento pode afetar as respostas agudas e crônicas ao exercício e a variação na resposta individual ao exercício (58).

Os exercícios aeróbicos geralmente aumentam o VO₂-máx e também provocam aumento da capilaridade muscular para atender aos requisitos, mas a área da seção transversal da fibra é pouco afetada (88). Por outro lado, o TR impacta principalmente na área de seção transversal da fibra e na força muscular (88). Esses ganhos devem-se predominantemente ao aumento do número de miofibrilas, sendo os tipos de fibras de contração rápida (tipo II) os responsáveis pelo maior aumento no tamanho do músculo (88). A massa mitocondrial e a densidade capilar são pouco influenciadas pelos exercícios resistidos (88).

Recentemente, uma análise transversal dos dados do Toledo Study of Healthy Aging, (estudo longitudinal espanhol de base populacional desenhado para avaliar os determinantes da fragilidade em indivíduos com mais de 65 anos na comunidade) (93), avaliou a associação entre os níveis de AF medidos objetivamente e diferentes variáveis relacionadas à sarcopenia como MM, velocidade da marcha (VM) e força de prensão manual (FPM). Usaram a definição de sarcopenia da FNIH e DEXA para avaliar MM e aplicaram a substituição isotemporal (uma abordagem estatística que estima os efeitos da substituição, em minutos, de um tempo usado em uma atividade física ou comportamento sedentário pela relocação desse tempo em outra atividade com intensidade diferente). O estudo revelou uma associação

positiva entre maior tempo envolvido em AF moderada-vigorosa (gasto energético ≥ 3 METs) e as variáveis MM, VM e FPM, além de uma menor prevalência de sarcopenia. A AF ligeira (gasto energético de 1.5–2.99 METs) não mostrou nenhum efeito significativo. A substituição isotemporal mostrou que a realocação de 1 h/dia de AF moderada-vigorosa deslocando comportamento sedentário, estava associada a maiores valores em MM e redução de sarcopenia. Um aumento de AF moderada-vigorosa substituindo comportamento sedentário e AF ligeira, foi associado a uma redução na prevalência de sarcopenia e melhorias dos seus determinantes (MM, VM e FPM). Na análise, foram computadas as variáveis AF ligeira e AF moderada-vigorosa, somando todos os minutos dentro de cada categoria, independentemente da duração do período em que estavam contidos. Ressaltam que mesmo pequenos aumentos nos níveis de AF moderada-vigorosa (15 min/dia) substituindo o sedentarismo ou a AF ligeira podem ser suficientes para reduzir significativamente a prevalência de sarcopenia, pelo que mesmo pequenas mudanças nos padrões de AF, abrangendo intensidade e volume, podem ser efetivos contra a sarcopenia. Destacam também uma associação positiva entre uma maior quantidade de AF moderada-vigorosa e a FPM, assim como com a VM, mas com um provável efeito teto (valores superiores a 1,5 horas/dia só provocariam melhorias modestas na FPM e a VM).

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a pesquisa em PubMed através do termo sarcopenia em combinação com as seguintes palavras chave: idoso, atividade física, exercício físico, tratamento, prevenção. Foi incluída literatura publicada nos últimos 15 anos em inglês, português e espanhol; fundamentalmente revisões sistemáticas e meta-análises e declarações de posição de grupos internacionais de pesquisa sobre sarcopenia. A procura foi concluída em 30/09/2021. Da pesquisa inicial foram recuperados 921 artigos. Após exclusão dos artigos duplicados e leitura do título e do resumo, foram incluídos os mais relevantes em relação aos objetivos deste trabalho; um total de 29. Dos artigos selecionados, 20 analisaram os parâmetros relacionados com a sarcopenia e 6 os relacionados com variáveis do exercício físico, entanto que 3 estudos avaliaram ambas coisas. Foram referenciados artigos que incluíram participantes ≥ 60 anos, que avaliaram o efeito de intervenções de exercício físico na sarcopenia ou nos parâmetros relacionados a esta patologia (massa muscular, força muscular e/ou desempenho físico).

3. RESULTADOS

Da pesquisa e revisão descrita na metodologia, surgiram 29 estudos que se analisam a continuação. As tabelas 3 e 4 mostram um resumo dos resultados deste trabalho.

Uma revisão sistemática de Lee et al. (94) (10 trabalhos, dos quais 7 eram RCTs), analisou estudos em indivíduos >65 anos que viviam na comunidade, e que envolviam exercícios multimodais (aeróbicos, força, equilíbrio e flexibilidade), ou exercícios em casa (que incluíam caminhada e força de membros inferiores), ou exercícios grupais com intervenções nutricionais. As frequências de exercícios variaram entre 2 e 6 por semana em todos os estudos e analisaram os efeitos do exercício físico na MM, FM e DF. A conclusão deste estudo é que o aumento da atividade física pode levar ao aumento da MM e da FM pelo que é uma estratégia protetora eficaz contra a sarcopenia. A maioria dos estudos de intervenção com exercícios em idosos produziu resultados positivos, mas a manutenção da força muscular precisa de mais avaliação (parece depender da implementação contínua de atividade física). Os autores referem também que é importante ter uma rotina de exercícios de longa duração, que é uma estratégia eficaz para prevenir a sarcopenia em idosos. Os estudos que utilizaram programas de treino multimodal mostraram uma melhora significativa na MM, FM e no DF. Encontraram também evidências de que as atividades sedentárias podem resultar em perda de músculo esquelético (94).

Talar et al. (95) realizaram recentemente uma revisão sistemática de RCTs (25 estudos) que incluíram indivíduos de ≥ 65 anos de idade (entre 62 e 98 anos) com fragilidade, ou sarcopenia, mas sem comorbidades (como diabetes, cancro, acidente vascular cerebral, demência, depressão) nos que a intervenção foi TR durante ≥ 8 semanas, e nos que se avaliou pelo menos uma das seguintes variáveis: FM, composição corporal, velocidade da marcha, equilíbrio, agilidade. No total, foram 2.267 participantes. A duração média dos programas de TR foi de aproximadamente 23 semanas. A frequência de treino mais comum foi de 2 a 3 vezes por semana. Constataram que o TR melhorou significativamente as capacidades funcionais analisadas. Os resultados revelaram também um efeito positivo do treinamento resistido na redução da massa gorda e aumento da MM. Os autores concluíram que o TR deve ser considerado uma estratégia preventiva altamente eficaz para retardar e atenuar os efeitos negativos da sarcopenia e da fragilidade tanto em estágios iniciais quanto tardios.

Uma revisão sistemática e meta-análise foi realizada por Steffl et al. (96), em que foram incluídos dados de 25 estudos transversais e de coorte com 40.007 participantes de mais de 40 anos de idade (média entre 66,8 e 81,1 anos) para investigar a relação entre atividade física (AF) e sarcopenia. Os participantes viviam na comunidade (em 23 estudos), em uma instituição (1 estudo), ou foram recrutados em um hospital (1 estudo). Como AF, foram consideradas todas as atividades que exigem aumento da produção de energia sem levar em consideração a frequência e intensidade (tarefas domésticas regulares, atividade ocupacional, caminhada, exercício físico de diferente intensidade e desportos). A AF foi quantificada usando vários métodos diferentes mas o mais habitual foi por autorrelato, com questionários. A avaliação da sarcopenia foi baseada em métodos diferentes: medidas de composição corporal na maioria dos casos; entanto que alguns estudos utilizaram o algoritmo EWGSOP (7 estudos) ou os critérios AWGS (1 estudo) ou IWGS (1 estudo). Encontraram uma associação estatisticamente significativa entre AF e sarcopenia na maioria dos estudos e que a AF reduz a possibilidade de adquirir sarcopenia nos idosos. Estimaram que a inatividade física era um fator de risco significativo para sarcopenia em idosos. Com algumas ressalvas, dadas fundamentalmente pela heterogeneidade dos estudos, os autores concluíram que qualquer tipo de AF atua como fator protetor contra a sarcopenia (96).

O TR parece ser uma estratégia eficaz de prevenção ou tratamento para perdas de FM relacionadas à idade. Peterson et al. (97), realizaram uma revisão sistemática de 47 estudos (25 dos quais RCTs), com 1.079 participantes no total; mulheres e homens ≥ 50 anos (média entre 58 e 71 anos); desde saudáveis a idosos frágeis ou com patologias. Os objetivos foram examinar os efeitos do TR na FM (avaliada em percentagem de 1RM) na parte superior e inferior do corpo e em vários esquemas de dosagem. Os estudos analisados usaram uma frequência de 1 a 3 vezes por semana e intensidade de 40% a 85% de 1 RM. O número de séries por sessão variou de 1 a 6 para cada músculo, e a quantidade de exercícios realizados variou de 5 a 16. O número de repetições foi entre 2 e 20, enquanto o período de descanso entre as séries variou de 60 a 360 segundos. A duração das intervenções variou entre 6 e 52 semanas. Consideraram os seguintes níveis de intensidade: baixa ($< 60\%$ de 1RM), baixa/moderada (60-69% de 1RM), moderada/alta (70-79% de 1RM) e alta intensidade ($\geq 80\%$ de 1RM). Encontraram uma associação significativa entre o TR e o aumento da FM e que os programas de TR de maior intensidade são superiores para a melhora da FM em comparação com o treino de baixa e moderada intensidade. A percentagem de aumento de FM entre os sucessivos níveis de intensidade foi de aproximadamente 5,5%. Não

encontraram relações significativas entre a duração da intervenção ou volume de treinamento (avaliado pelo número de séries) e efeitos na FM.

Recentemente, Oliveira et al. (98), realizaram uma revisão sistemática cujo objetivo foi encontrar evidências sobre a associação entre a atividade física e a fragilidade e/ou a sarcopenia em idosos (associação entre atividade física e prevenção da sarcopenia e da fragilidade, provável associação dose-resposta e se a associação varia por tipo de atividade física). Foram incluídos estudos realizados com participantes com 65 anos ou mais. Não encontraram evidências claras sobre o tipo ideal de exercício ou associações dose-resposta. Apenas um estudo (99) investigou o efeito da atividade física na sarcopenia em comparação com um grupo controle, pelo que não conseguiram alcançar nenhuma conclusão em relação à sarcopenia. O estudo referido (99) (participantes de ≥ 60 com pré-sarcopenia ou sarcopenia com base nos critérios AWGS; intervenção foi TR de membros inferiores, utilizando o peso do corpo e 20 a 30 minutos de caminhada; com duração da intervenção de 6 meses e frequência de 7 vezes por semana), não forneceu evidências claras de uma associação entre atividade física e prevenção de sarcopenia mas o programa foi eficaz em melhorar a velocidade máxima de caminhada e a força muscular. Foram também incluídos 3 estudos observacionais que mostraram associação estatisticamente significativa entre atividade física e prevenção da sarcopenia. Os resultados sugerem que intervenções que envolvam TR e a combinação de TR, endurance e equilíbrio provavelmente tenham impacto positivo na fragilidade e na sarcopenia; no entanto, é necessária mais investigação para tirar conclusões firmes. A mesma consideração é aplicável à dose necessária de atividade física. Os autores não encontraram evidência suficiente para determinar o impacto, a dose necessária, nem a modalidade da atividade física para a prevenção da sarcopenia (98).

Em 2013, representantes do EWGSOP, IWGS e especialistas internacionais da Ásia e da América se uniram com a intenção de desenvolver uma revisão sistemática da prevalência e de intervenções com nutrição e exercícios físicos, conformando a International Sarcopenia Initiative (ISI) (100). Analisaram estudos com adultos ≥ 50 anos e nos quais as medidas de resultados relatadas para as intervenções incluíam MM e pelo menos uma medida de FM ou DF. Em relação às intervenções de exercícios de força ou resistidos, concluíram que melhoram a FM e DF (evidências de moderada qualidade) mas parecem não aumentar a MM em idosos residentes na comunidade identificados como frágeis, sedentários. Os programas de exercícios multimodais também podem melhorar a FM e o DF. Não encontraram estudos que recrutassem indivíduos com diagnóstico de sarcopenia. Algumas recomendações da ISI

para o desenho de estudos de exercícios foram: uma padronização melhorada das intervenções de exercícios, para permitir a replicação e o contraste; medidas de resultados comuns e períodos de tempo de intervenção semelhantes, para que possam ser feitas comparações válidas entre os estudos. Por último, salientaram que as intervenções de exercícios devem ser realizadas em populações bem definidas, com sarcopenia bem definida (100).

Numa revisão sistemática recente (101), foram analisados 12 estudos (11 RCTs e 1 estudo não randomizado, que incluíram 954 pessoas), que avaliaram o efeito do exercício físico em indivíduos com idade ≥ 65 anos com sarcopenia. Os programas de treino basearam-se principalmente em dois tipos de exercícios: TR e EM. A duração das intervenções foi entre 6 e 72 semanas e a frequência entre 2 e 4 vezes por semana. Foi observado que os estudos que incluíram exercícios de força (utilizando halteres, máquinas ou elásticos), sozinhos ou combinados em programas mistos, constataram um aumento na MM e melhora no DF. Os resultados foram mais modestos quando utilizaram exercícios de baixa intensidade, onde a MM aumentou aproximadamente 1%, entanto que quando foram utilizados exercícios de treinamento funcional de alta intensidade, em períodos semelhantes, os resultados foram melhores (aumento da MM entre 2% e 5% aproximadamente). Os programas de treinamento em que predomina o exercício aeróbico não mostraram aumento da MM. Nos estudos que incluíram exercícios de força de alta intensidade isolados, ou combinados com exercícios aeróbicos (programas de exercícios multimodais), observou-se, além do aumento da MM também melhora na FM e na função/desempenho muscular. Em relação à frequência das sessões, um estudo mostrou mais benefícios quando a frequência de treinamento foi superior a 2 sessões semanais. Os autores referiram dificuldades para comparar os resultados por falta de uniformidade e pela grande variabilidade nas faixas etárias dos diferentes estudos (65 anos a mais de 90 anos).

O efeito do treinamento de resistência em circuito (TRC) na força muscular, massa magra e capacidade aeróbica em idosos foi investigado por Buch et al. (102), mediante uma revisão sistemática e metanálise que incluiu 362 participantes cuja idade média foi de 64,5 anos (entre 57 e 72 anos). O treinamento de resistência em circuito (TRC) é composto por cerca de 10 exercícios, para grupos musculares diferentes, com 12 a 15 repetições, com 15-30 segundos de descanso entre exercícios (ou sem descanso), realizando-se 1 a 3 ciclos por sessão (dura aproximadamente 30 a 45 min, o que pode contribuir a melhorar a adesão). A intensidade dos exercícios é geralmente moderada (40-60% de 1RM) (102). Concluíram que

a TRC melhorou a FM nos idosos, com níveis comparáveis aos obtidos com TR “convencional”, (o que pode ser de particular importância nos idosos com limitações para realizar TR), mas não encontraram efeitos sobre a MM. Não conseguiram identificar a intensidade e o tempo necessários para lograr efeitos na força muscular. É de destacar que relatam uma baixa taxa geral de eventos adversos graves em programas de TRC que não excedeu os observados nos grupos de controle.

Outra revisão sistemática e metanálise (103) (30 RCTs envolvendo 1.405 participantes) que combinou as evidências de ensaios clínicos randomizados de TR, treinamento de endurance e exercícios de vibração de corpo inteiro (VCI), forneceu evidências de um benefício geral do TR na FM e no DF em idosos (~60-92 anos), entanto que os autores sugerem que a VCI tem um pequeno efeito benéfico no DF. Não encontraram um efeito significativo na MM com nenhuma das intervenções examinadas. Concluíram também que o TR com duração mínima de 6 semanas foi a intervenção mais eficaz, alcançando aumentos substanciais na FM e melhora moderada no DF (103).

O TR demonstrou melhorias no DF, o equilíbrio e a prevenção de quedas numa revisão sistemática realizada por Papa et al. (104), que analisou 11 estudos com intervenções de TR que incluíam pelo menos um resultado relacionado ao desempenho físico. Participantes com idade média de 60 anos ou mais, residentes na comunidade ou em instituições. Foram excluídos estudos que incluíssem pessoas com doenças neurológicas. Os autores relatam um grande grau de heterogeneidade entre os desenhos dos treinos mas todos utilizaram sessões de treinamento de 1 hora, 2 a 3 vezes por semana, em dias alternados. A maioria dos estudos também incluiu um intervalo de descanso de 2 minutos entre as séries. O TR pode atenuar as alterações relacionadas à idade na função muscular e melhorar as atividades da vida diária, como resistência à caminhada, velocidade da marcha e subida de escadas. Um aumento significativo no DF pode ser alcançado mesmo em idades avançadas (>90 anos) (104).

Martins et al (105) realizaram uma revisão sistemática de 11 estudos (834 indivíduos, de entre 60 e 79 anos) para avaliar a eficácia do TR com faixas e tubos elásticos sobre parâmetros de FM em idosos. A duração do treinamento variou de 6 a 24 semanas, com frequência de 1 a 5 vezes por semana e número de repetições entre 6 e 12. A intensidade foi, na maioria das vezes, controlada indiretamente mediante um número alvo de repetições associado à percepção subjetiva de esforço. Esse tipo de exercício alternativo de TR tem a vantagem de tornar o treinamento mais funcional (105). Concluíram que o treinamento

resistido elástico é eficaz na melhora da FM em idosos, com um efeito maior nos idosos saudáveis ou com limitações funcionais mas sem patologias (efeito significativo). Nos indivíduos com patologia o TR elástico foi menos eficaz (105).

Além do TR, a Vibração de corpo inteiro (VCI) e a Estimulação elétrica corporal (EEM), parecem ter efeitos positivos nos idosos. Os efeitos do TR, VCI e EEM na força muscular, morfologia muscular e desempenho funcional em idosos foram comparados numa revisão sistemática recente que analisou só RCTs (106). Foram incluídos indivíduos de ambos sexos, com idade ≥ 65 anos, com e sem sarcopenia. Os principais achados foram que o TR e a VCI melhoraram a força de extensão do joelho, o que não aconteceu com a EEM. O TR também tem efeitos positivos significativos na força do resto do corpo. Ao nível da MM, o TR mostrou efeitos pequenos e a VCI não mostrou efeitos. O DF foi melhorado com o TR. Resumindo, o TR mostrou-se eficaz para melhorar a FM e o DF; a VCI seria comparativamente eficaz para melhorar a FM. Em relação a EEM o número de estudos é muito pequeno (isto também acontece com a VCI), o que dificultou a comparação. Recomendam a prescrição de VCI para idosos, mas salientam que não se pode garantir que produzirá efeitos comparáveis ao TR.

Bao et al. (107) realizaram uma revisão sistemática e metaanálise avaliando a literatura em relação aos efeitos de programas de exercício físico (treinamento de força, treinamento aeróbico, treinamento de equilíbrio, treinamento com pesos e treinamento de vibração de corpo inteiro), na MM, FM e DF, em idosos com sarcopenia (1.041 participantes). Os critérios para a inclusão dos artigos foram: idade média ≥ 60 anos; com diagnóstico de sarcopenia de acordo com definições estabelecidas; a intervenção foi qualquer tipo de exercício físico e foi avaliada a MM, a FM ou o DF. Os estudos foram excluídos se os participantes tinham outras doenças associadas (por exemplo, cancro, cirrose hepática, diabetes, acidente vascular cerebral, depressão e síndrome metabólica); não houve grupo de comparação ou a intervenção de exercício foi combinada com outras intervenções. Os programas de exercícios consistiam em 30 a 80 min de treinamento, com 1 a 5 sessões semanais e duração de 6 a 36 semanas. Encontraram que qualquer tipo dos exercícios utilizados ou combinações de exercícios, melhora a FM e o DF em idosos com sarcopenia mas não encontraram diferenças a nível da MM. Os autores concluem que a recomendação de programas de exercício pode servir para manter a função muscular/desempenho físico nos idosos com sarcopenia mas são necessários mais estudos focados em múltiplas variáveis de treino e medições de resultados com base em maiores populações para orientar a prática

clínica. Sublinham também que alguns dos resultados devem ser interpretados com cautela dado que foi detetada uma elevada heterogeneidade na maioria dos estudos incluídos, devido às características complexas dos programas de exercícios. Também encontraram outras limitações importantes nos artigos incluídos: o tamanho limitado da amostra, os diferentes critérios diagnósticos e os instrumentos utilizados para diagnosticar a sarcopenia.

Wu et al. (108), numa revisão sistemática e meta-análise de rede recente, avaliaram 26 RCTs (2.561 participantes) para comparar os efeitos do exercício como intervenção única, nutrição isolada e a combinação de exercício e nutrição, na MM, FM e DF, em indivíduos com 65 anos ou mais com sarcopenia (definida com pelo menos um dos seguintes indicadores: MM diminuída, baixa FM ou baixo DF). Foram excluídos os estudos que incluíram idosos com uma condição de saúde específica, como cancro, diabetes, acidente vascular cerebral, vírus da imunodeficiência humana, doença pulmonar obstrutiva crônica, doença renal crônica, cirrose hepática, outras doenças críticas e transplantes recentes. Para cada medição de resultado, uma metanálise de rede foi realizada para determinar os efeitos diretos e indiretos de cada intervenção em comparação com cada uma das outras intervenções. Dos 26 RCTs incluídos, 10 utilizaram o exercício físico como única intervenção, e incluíram TR, EM e VCI. Destes, o tipo de exercício mais utilizado foi o treino multimodal. O período de intervenção variou de 8 semanas a 12 meses. Os resultados de este estudo: o exercício físico aumenta significativamente a FM (força de prensão manual e força de extensão do joelho) e o DF (velocidade de marcha e equilíbrio dinâmico), mas não a MM em idosos com sarcopenia. O exercício físico foi superior às outras intervenções para melhorar a FM e o DF em idosos com sarcopenia mas não foram encontradas diferenças significativas entre os efeitos das diferentes intervenções na MM. O exercício combinado com a nutrição teve efeitos semelhantes ao exercício isolado. Algumas importantes limitações foram relatadas pelos autores: grande variabilidade entre os programas de treino; falta de uniformidade na definição de sarcopenia entre os estudos; heterogeneidade na forma de avaliar a MM (nas ferramentas e nos parâmetros utilizados); inconsistência para algumas medidas de resultados.

O impacto do Treino intervalado de alta intensidade (HIIT), avaliando diversas variáveis como duração da sessão, intensidade, frequência, repetições, tempo de treino por repetição e tempos de descanso (entre séries e repetições), no VO₂ máx, na pressão arterial, glicemia, perfis lipídicos, áreas musculares, citrato sintase, frações de ejeção, potência muscular, Timed up and go (TUG), Teste de caminhada de 6 min, FM de membros superiores e de

membros inferiores, foi estudado por Wu et al. (109). Os protocolos HIIT trabalham com uma intensidade alvo próxima do esforço máximo (entre 80 e 100% da frequência cardíaca máxima). Os critérios de inclusão utilizados no estudo foram os seguintes: mulheres e homens saudáveis com idade ≥ 60 anos; intervenções: HIIT e treino contínuo de intensidade moderada. O HIIT foi definido como treinamento com séries intermitentes de atividade que foram realizadas em esforço máximo, $\geq 75\%$ VO₂ máx, $\geq 75\%$ FC de reserva ou uma intensidade relativa de pelo menos 85% FC máx. O estudo incluiu uma sessão de HIIT com duração ≤ 4 min/série intercalada com um intervalo de descanso ou recuperação ativa; ensaios clínicos randomizados ou ensaios clínicos controlados; intervenções com duração ≥ 4 semanas. Os achados mais relevantes em relação aos parâmetros vinculados à sarcopenia foram que o HIIT melhorou o DF (melhoria do TUG) e a FM (apesar de relatar um aumento, os resultados são inconclusivos, o que também aconteceu com a MM).

Yoshimura et al. (110), fizeram uma revisão sistemática e metanálise onde incluíram estudos que avaliaram os efeitos de diferentes intervenções (nutricionais, exercícios, fármacos, e sua combinação), no tratamento da sarcopenia em idosos, investigando os efeitos na MM, FM e DF. Os critérios para o diagnóstico de sarcopenia nos estudos foram os do EWGSOP, os do AWGS e outro. Em relação às intervenções de exercício físico: todos os ensaios (4 no total) incluíram idosos (448 participantes) que viviam na comunidade, com sarcopenia e um incluiu indivíduos com obesidade sarcopénica. Em 3 ensaios o objetivo principal foi verificar os efeitos da intervenção combinada de exercício e nutrição. Esses estudos usaram intervenções de exercícios que envolviam um programa de EM de 60 minutos que incluiu TR 2 vezes por semana durante 3 meses. O outro estudo usou VCI por 12 semanas com diferentes frequências (Hz) e duração (segundos). O EM foi eficaz na melhora da MM, FM (força de extensão do joelho mas não na força de prensão) e DF, após 3 meses de intervenção. A VCI não demonstrou efeitos positivos nas variáveis associadas à sarcopenia nesta revisão. A intervenção combinada de exercício e nutrição pode ter efeitos positivos na melhora da velocidade de caminhada após 3 meses de intervenção (evidência de baixa qualidade). Os autores sublinham o baixo número de ensaios encontrados, diferentes métodos e pontos de corte para diagnóstico de sarcopenia, diversidade nas intervenções, como tipo e frequência de exercícios. Resumindo, houve heterogeneidade significativa entre os estudos e as evidências são de muito baixa qualidade segundo os autores.

A revisão sistemática de Vlietstra et al. (111), avaliou os efeitos das intervenções de exercícios na composição corporal, força muscular e desempenho físico em pessoas com 60

anos ou mais com sarcopenia (de acordo com a definição do EWGSOP). Os autores analisaram 6 estudos, com um total de 480 participantes. Com relação ao tipo de treino, 4 estudos realizaram EM (incluindo caminhada, treinamento de equilíbrio e TR), 1 usou um programa ativo de exercícios no domicílio (TR e caminhada), e 1 utilizou VCI. A duração total dos programas de treinamento físico variou de 3 a 6 meses, o número de sessões por semana variou entre 2 e 3, com uma duração das sessões de 6 a 60 minutos. Realizaram também uma análise de sensibilidade na força muscular, massa muscular e velocidade da marcha, para investigar o impacto da idade e desenho do estudo, que mostrou aumento significativo da FM, e tendência à melhoria na MM e VM, quando foram incluídos apenas estudos com uma população com idade média ≥ 75 anos. Uma comparação combinada mostrou que a intervenção de exercícios não melhorou significativamente a MM de todo o corpo mas melhorou significativamente a MM de membros inferiores. A FM e o DF também melhoraram com o exercício físico. As limitações do trabalho, referidas pelos autores, são as diferentes avaliações da função e diferentes estratégias de treino, assim como diferentes efeitos do treinamento avaliados nos RCTs incluídos, que provavelmente levaram a uma alta heterogeneidade dos resultados. Além disso, encontraram poucos RCTs que usaram intervenções com exercício físico em indivíduos com diagnóstico de sarcopenia (e falta de consenso sobre a definição desta patologia).

Uma revisão sistemática que analisou 4 RCTs (2 aplicaram TR, 1 aplicou VCI e 1 aplicou EM), para estudar a relação entre a MM e o exercício físico em idosos > 75 anos saudáveis (143 participantes), encontrou que tanto as fibras do tipo I como as do tipo II hipertrofiaram mas numa pequena magnitude (nos 2 RCTs que aplicaram TR e o que aplicou VCI). O maior ganho de MM foi observado no estudo que utilizou VCI. Também encontraram um aumento significativo na FM que excedeu os aumentos do tamanho muscular (112).

Para avaliar os efeitos do TR sobre a massa magra corporal (e indiretamente, sobre a MM) em homens e mulheres ≥ 50 anos, 49 estudos, com um total de 1.328 participantes (média de idade entre 59 e 72 anos), foram analisados numa revisão sistemática de Peterson et al. (113). A maioria dos participantes era saudável. A frequência do treino nos estudos foi de 2 a 3 vezes por semana e a intensidade de 50% a 80% de 1RM. O número de séries foi de 7 a 39, e o número de exercícios variou de 5 a 16. As repetições variaram entre 2 e 20, enquanto o período de descanso entre as séries variou de 60 a 360 segundos. A duração do treinamento foi de 10 a 52 semanas. O TR provocou um aumento aproximado de 1,1 kg de massa magra, após uma média de 20,5 semanas de TR e as intervenções de maior volume (número total de

séries) estiveram associadas a maiores aumentos de massa magra. Não foi identificada nenhuma relação significativa entre a duração, intensidade ou frequência do programa e as alterações subsequentes na massa magra. A maior idade, o ganho de massa magra foi menor, pelo que os autores sugerem que o regime de exercícios deve ser iniciado o mais cedo possível para otimizar os resultados (113).

Uma revisão recente (91), (onde foram incluídos 4 RCTs e 3 estudos de intervenção não randomizados, com um total de 235 participantes, ≥ 60 anos), e cujo objetivo foi resumir as evidências sobre o efeito do exercício físico na sarcopenia, aplicando os critérios diagnósticos do EWGSOP e EWGSOP2 para a seleção dos estudos, teve como principal achado que os programas de exercícios produzem efeitos significativos na FM e no DF. Os estudos analisados utilizaram TR ou EM. A FM melhorou significativamente e o mesmo aconteceu com o DF, entanto que os efeitos sobre a MM não contam com evidências fortes (de acordo com os autores deste estudo, o exercício não melhorou a MM, mas isso pode ser porque a maioria dos grupos controle dos estudos incluídos, que analisaram a massa muscular, aplicaram uma modalidade de exercício diferente do grupo de intervenção, mas exercitaram-se de qualquer maneira) (91).

A revisão sistemática de De Mello et al. (114), analisou a influência do exercício físico na sarcopenia em idosos. Incluíram 5 RCTs com idosos >65 anos (521 participantes) com diagnóstico de sarcopenia; os programas de exercícios foram TR (4 estudos) e EM que inclui TR (1 estudo). A duração, em todos os estudos, foi de 12 semanas. Avaliaram os seguintes resultados: sarcopenia, massa muscular, força muscular, desempenho físico e qualidade muscular. Dos 5 RCTs avaliados nesta revisão, 3 foram incluídos também na revisão de Yoshimura et al (110) (que incluiu 4 RCTs no total). O treinamento físico melhorou a FM e o DF mas com tamanho de efeito pouco relevante. Não encontraram diferenças na MM. Não realizaram meta-análise devido à alta heterogeneidade entre os ensaios e ao pequeno número de estudos para cada comparação de resultados.

Com o objetivo de investigar possíveis benefícios adicionais da suplementação dietética combinada com exercício físico na MM, FM e DF em idosos de 60 anos ou mais, Beudart et al (115), realizaram uma revisão sistemática. Incluíram 37 RCTs com diferentes intervenções de exercício físico e suplementação nutricional, com protocolos e populações díspares. A maioria dos estudos usou TR, sendo o EM também utilizado. A frequência de exercício, na maioria dos estudos, foi de 3 vezes por semana. Em quase 80% dos RCTs que

avaliaram a MM, esta aumentou com o treinamento físico. A força muscular aumentou em ~83% dos estudos após uma intervenção de exercício e o DF melhorou com o exercício em ~93% dos estudos (mas as medidas de resultado foram muito heterogêneas). A conclusão: o exercício físico tem um impacto benéfico na massa muscular, força muscular ou desempenho físico em indivíduos saudáveis com ≥ 60 anos de idade. A suplementação dietética pode ter um efeito adicional mas a evidência nesse sentido é mais limitada (115).

Definir uma dose mínima efetiva de TR, em que a frequência de treinamento é uma variável importante, pode ajudar para aumentar a participação e a adesão ao treinamento regular. Uma meta-regressão recente (116) de 14 artigos, comparou programas de TR similares, realizados em diferentes frequências de treino, e o resultado na MM e na FM de pessoas de mais de 60 anos, saudáveis. Os estudos analisados compararam TR similares com variáveis agudas similares (por exemplo, intensidade, volume) usando várias frequências semanais. Utilizaram % de 1RM para avaliar a FM e DEXA ou BIA para avaliar a MM. A FM melhorou ligeiramente entanto que a hipertrofia muscular não foi afetada com o aumento da frequência de treino. Os efeitos da frequência de treinamento na adaptação hipertrófica podem não ser pronunciados como consequência da duração relativamente curta das pesquisas segundo os autores (8 a 24 semanas). Mais de duas sessões semanais de treinamento de resistência não parecem trazer benefícios adicionais nos idosos (a MM não foi afetada, enquanto a FM foi apenas ligeiramente melhorada com dias de treinamento adicionais), mas o aumento da frequência de treino pode comprometer a recuperação entre sessões e aumentar o risco de lesão. Inicialmente, pode ser realizado TR uma vez por semana, aumentando para duas sessões posteriormente. O aumento do volume de treinamento é o principal responsável pelas adaptações fisiológicas observadas com maior frequência de treinamento (116). Uma vez atingido um volume limite de TR (refletido pela frequência quando todas as outras variáveis do treino são mantidas constantes), mais treino provavelmente não proporcionará mais benefícios em adultos mais velhos (116).

Uma revisão de 2009 (117), analisou 22 RCTs que utilizaram diferentes tipos de TR, em pessoas com idade de 65 anos ou mais (a maioria saudáveis, residentes na comunidade), com o objetivo de determinar a relação dose-resposta para melhorar a força muscular e a função em idosos. As intensidades altas (60%–80% de 1RM) produziram os maiores benefícios na FM. O TR foi eficaz em melhorar o DF nas tarefas funcionais com qualquer intensidade. Intensidades baixas (<55% 1RM) e moderadas (55%–75% 1RM) alcançaram efeitos consideráveis no DF e também melhorias nas medidas de FM de idosos. Não foi possível

tirar uma conclusão sobre o volume ou frequência mais adequados para melhorar FM ou DF. Alguns dos estudos analisados relatam efeitos consideráveis já com baixo volume de treinamento (uma série) e frequências (1 sessão/semana).

Numa revisão sistemática de 25 estudos (em idosos saudáveis ≥ 65 anos) sobre variáveis relevantes de TR (volume, intensidade e repouso) e as relações dose-resposta para melhorar a força e a morfologia muscular em idosos saudáveis, Borde et al. (118), encontraram um importante e sistemático efeito do TR na FM e um pequeno efeito nas medidas de morfologia muscular. As análises da relação dose-resposta mostraram que o período de treinamento, intensidade, e tempo sob tensão, podem significativamente e independentemente modificar os efeitos do TR na FM. Os dados para outras variáveis foram insuficientes para tirar conclusões firmes. Após a meta-regressão de dados dos 25 estudos, recomendam que um programa de TR eficaz, com o objetivo de aumentar a FM, devia ter: uma intensidade de 70 a 79% de 1RM, um tempo sob tensão de 6 segundos por repetição e um descanso entre as séries de 1 minuto, uma frequência de treinamento de 2 sessões por semana, 2 a 3 séries por exercício, 7 a 9 repetições por série e um descanso de 4 segundos. Nenhuma das variáveis de volume de treinamento examinadas previu os efeitos do TR nas medidas da morfologia muscular. No entanto, para melhorar a morfologia muscular, o TR parece ser eficaz usando as seguintes variáveis de treinamento: uma frequência de 3 sessões por semana, um volume de treinamento de 2 a 3 séries por exercício, 7 a 8 repetições por série, intensidade de treinamento de 51 a 69% de 1RM, tempo total sob tensão de 6 segundos, descanso de 2 minutos entre as séries e 2,5 segundos de descanso entre as repetições. Tanto para a FM como para a morfologia muscular, recomendam um período de treinamento de 50 a 53 semanas (118).

Os resultados de uma metaanálise (119) (15 estudos, 12 dos quais RCTs; com um total de 448 indivíduos; idade média ~68 anos; duração do treino entre 56 a 365 dias; frequência de 3 vezes por semana em todos os estudos), realizada para comparar a eficácia do TR entre intensidades ligeiras a moderadas (~45% 1RM) e intensidade elevada (~80% 1RM), mostram que as primeiras podem ser suficientes para induzir aumentos importantes na FM. Com cargas maiores, o efeito também é maior mas parece ser compensado a favor das cargas menores, aumentando o número de repetições (o seja, volumes maiores podem compensar em grande parte as intensidades mais baixas). A quantidade total de trabalho físico realizado em cada sessão foi calculada como o produto de séries \times repetições \times carga. Em relação à

MM, tanto em alta com em baixa intensidade, o TR logrou induzir só pequenos aumentos, sugerindo que o potencial hipertrófico do músculo esquelético seria menor nos idosos (119).

De acordo com a Declaração de Posição da Associação Nacional de Força e Condicionamento (Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association) (84): o TR é uma intervenção muito importante para combater o desuso muscular e prevenir a perda de força muscular, perda de massa muscular, a fragilidade e suas consequências debilitantes no funcionamento físico, mobilidade, independência, manejo de doenças crônicas, bem-estar psicológico e qualidade de vida. Estudos em que o TR foi realizado isoladamente ou como parte de programas de EM, revelaram maiores ganhos de força em idosos com fragilidade física ou declínios funcionais graves. Programas de intervenção de EM que incluem TR parecem ser uma boa estratégia para melhorar a marcha, o equilíbrio e a força, e, conseqüentemente, manter a saúde e a capacidade funcional durante o envelhecimento (84). Os programas de TR podem ser adaptados para indivíduos com fragilidade e limitações de mobilidade ou institucionalizados (com equipamentos portáteis e alternativas de exercícios sentados). Segundo este grupo de expertos, um programa de treinamentos resistidos para idosos frágeis ou com sarcopenia deve incluir 3 séries de 8–12 repetições, começando com intensidades baixas (20% a 30% de 1RM) até atingir 80% de 1RM. O número de repetições é dependente da intensidade utilizada. Frequência recomendada: 2–3 vezes por semana. Incluem também exercícios de força realizados em velocidades mais altas em movimentos concêntricos com intensidades moderadas (~30-60% de 1RM) para melhorar a potência. O programa de EM deve incluir, além do TR, treino de endurance, exercícios de equilíbrio, e exercícios funcionais (que simulam as atividades diárias).

A orientação do ACSM/AHA (American College of Sport Medicine/American Heart Association) para idosos (76) sugere a realização do TR em 2 ou mais dias não consecutivos por semana, uma única série de 8-10 exercícios e com uma intensidade moderada (5-6 da percepção de esforço percebido em 10) a vigoroso (7-8 em 10) que permita 8-12 repetições. A prescrição de exercícios de resistência deve incluir um período de adaptação (1-2 vezes por semana) para permitir que os idosos aprendam com segurança em baixas doses com séries mínimas. Inicialmente, para idosos descondicionados ou funcionalmente limitados, a intensidade e a duração da atividade física devem ser baixas. A progressão deve ser individual e adaptada à tolerância e à preferência. Após este período, um aumento gradual na dosagem de treinamento permite melhorias na força e na massa muscular (76).

Uma revisão sistemática de guarda-chuva (120) procurou possíveis intervenções de exercício físico eficazes para a prevenção e o tratamento da sarcopenia em idosos com o objetivo de fornecer evidências para as Diretrizes clínicas de sarcopenia da Sociedade Belga de Gerontologia e Geriatria. Avaliaram 14 revisões sistemáticas/meta-análises com 4 tipos de intervenções: TR, TR+suplementação nutricional, EM e treinamento com restrição de fluxo sanguíneo, e formularam recomendações para a prática clínica com base no nível de evidência encontrado. Foi atribuída uma classificação da qualidade das evidências que sustentam cada declaração de resultado final. Poucos dos estudos analisados mencionaram claramente o diagnóstico inicial da sarcopenia. Avaliaram a qualidade das revisões sistemáticas usando os critérios AMSTAR (Assessment of Methodologic Quality of Systematic Reviews) (121), ferramenta de 11 itens que avalia o grau em que os métodos de revisão evitaram viés. A qualidade metodológica foi classificada como alta (pontuação 8-11), moderada (pontuação 4-7) ou baixa (pontuação 0-3). As recomendações de este estudo são apoiadas pelo mais alto nível de evidência (120), mas nenhum dos estudos incluídos relatou efeitos do exercício no construto sarcopenia. Por este motivo, as conclusões estão focadas nos parâmetros relacionados à sarcopenia: massa muscular, força muscular ou desempenho físico. Encontraram evidências de alta qualidade para um efeito positivo e significativo do treinamento de resistência na MM, FM e DF. O TR de alto volume e alta intensidade tem o mais alto nível de evidência para melhorar a MM, a FM e o DF em idosos. Recomendam o TR para os grandes grupos musculares em uma abordagem corporal total. Para aumentos máximos de força, recomendam um programa de treinamento de resistência de alta intensidade (70-80% 1RM). No entanto, o treinamento resistido de baixa intensidade ($\leq 50\%$ 1RM) pode ser suficiente para induzir ganhos de força. Em relação aos parâmetros de treino, aconselham: 1-4 séries (preferivelmente 4) de 8-15 repetições, 2 a 3 vezes por semana e durante um mínimo de 6 a 12 semanas. O TR deve fazer parte da rotina semanal dos idosos para evitar a perda dos ganhos durante o destreino. Em relação ao EM, o recomendam para melhorar a MM, a FM e o DF em pessoas idosas, mas a qualidade da evidência encontrada foi moderada. Também recomendam o treinamento com restrição do fluxo sanguíneo (TRFS), realizado sob a supervisão de um treinador com experiência, para melhorar a FM em pessoas idosas (evidência de alta qualidade). O TRFS de baixa intensidade foi mais eficaz no aumento da FM em comparação com o treinamento de baixa intensidade sem restrição, mas foi menos eficaz do que o treinamento com carga pesada. Como muitos autores, estes também sublinham várias limitações: uma delas é a baixa

quantidade de avaliações elegíveis o que se manifesta no fato de que nenhum dos estudos incluídos relatou os efeitos do exercício na sarcopenia.

Silva et al. (122), utilizaram técnicas de meta-regressão para investigar a relação dose-resposta de variáveis de TR, (intensidade, frequência, número de séries e duração da intervenção) no aumento da FM nos idosos. Analisaram 15 RCTs com um total de 528 participantes saudáveis, de ambos os sexos, com idades ≥ 55 anos. Encontraram que diferentes combinações de variáveis de TR (intensidade, número de séries por grupo muscular, frequência semanal de treinamento) pode ser igualmente eficaz para melhorar a força de idosos sedentários saudáveis mas a duração do programa de treino foi a única variável que apresentou tamanho de efeito significativo para aumento da FM após meta-regressão. A maior duração dos programas, maiores foram os ganhos de FM, independentemente das combinações das outras variáveis. Isto foi demonstrado no intervalo de 8 a 52 semanas de treino (122).

Estudos	Definição Sarcopenia	Tipo de exercício	Massa muscular	Força muscular	Desempenho físico
Escriche-Escuder et al.(91)	EWGSOP e EWGSOP2	TR e EM	Sem efeito	Aumento significativo	Melhora significativa
Buch et al.(102)	Não	TRC	Sem efeito	Aumento significativo	Não avaliado
Barajas-Galindo et al(101)	Não clara	TR e EM	Aumento significativo	Aumento	Melhora
Borde et al.(118)	Não	TR	Aumento ligeiro	Aumento significativo	-----
Lai et al.(103)	Não	TR	Sem efeito	Aumento significativo	Melhora moderada
Papa et al.(104)	Não	TR	Não estudada	Não estudada	Melhora significativa
Martins et al(105)	Não	TR	Não estudada	Aumento significativo	Não estudado
Bao et al(107)	Sim	Vários tipos	Sem efeito	Aumento significativo	Melhora significativa
Šarabon et al.(123)	Não	TR e VCI	TR: efeito pequeno VCI: sem efeito	TR: Aumento significativo VCI: aumento significativo	TR: Aumento significativo
Lee et al.(94)	Não	EM	Aumento significativo	Aumento significativo	Melhora significativa
Stewart et al.(112)	Não	TR	Aumento ligeiro	Aumento significativo	Não estudado
Talar et al.(95)	Não	TR	Aumento significativo	Aumento significativo	Melhora significativa
Vlietstra et al.(111)	EWGSOP	EM/VCI	EM: Aumento significativo VCI:Aumento significativo	EM: Aumento significativo VCI:Aumento significativo	EM: Melhora significativa VCI: Não avaliada
Wu et al(108)	Não	TR/EM	Sem efeito	Aumento significativo	Melhora significativa
Yoshimura et al.(110)	EWGSOP/AWGS	EM/VCI	Aumento (com EM)	Aumento (com EM)	Melhora (com EM)
Peterson et al.(97)	Não	TR	Não avaliada	Aumento significativo	Não avaliado
Peterson et al.(113)	Não	TR	Aumento significativo	Não avaliada	Não avaliado

Beckwée et al.(120)	+/-	TR, EM, TRFS,	TR: Aumento significativo EM: Aumento	TR: Aumento significativo EM: Aumento TRFS: Aumento	TR: Melhora significativa EM: Melhora
Wu et al.(109)	Não	HIIT	Inconclusivo	Inconclusivo	Melhora significativa
Cruz-Jentoft et al.(100)	Não	TR/EM	Sem efeito	Aumento	Melhora
De Mello et al.(114)	Sim	TR/EM	Sem efeito	Aumento	Melhora
Beaudart et al.(115)	Não	TR/EM	Aumento	Aumento	Melhora
Oliveira et al.(98)	EWGSOP/AWGS	TR/EM	Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo

Tabela 3. Resumo dos resultados 1.

MM: Massa muscular; FM: Força muscular; DF; TR: Treino resistido/de força; EM: Exercícios multimodais; TRC: Treino resistido em circuito; VCI: Vibração de corpo inteiro; EWGSOP: European Working Group on Sarcopenia in Older People; AWGS: Asian Working Group for Sarcopenia.

Referências	Frequência	Intensidade	Séries	Repetições	Duração intervenção	Efeitos
Csapo et al.(119)	3/semana	(~45% 1RM) (~80% 1RM)	-----	-----	-----	MM: ligeiro aumento ambas intensidades. FM: Aumento ambas intensidades
Fragala et al.(84)	2-3/semana	50%-85% 1RM	3	8 a 12	-----	70%-85% 1RM: aumento FM 50%-70% 1RM: aumento MM e melhora DF
Chodzko-Zajko et al.(76)	2 ou +/-semana	Entre 5-8 (0 a 10)	1 (8 a 10 exercícios)	8 a 12	-----	Aumento de MM e de FM
Borde et al.(118)	2-3/semana	70%-79% 1RM	2 a 3	7 a 9	50 a 53 semanas	Aumento de FM
Kneffel et al.(116)	2/semana	-----	-----	-----	-----	-----
Beckwée et al(120)	2-3/semana	80% 1RM	4 (1 a 4)	8 a 15	6 a 12 semanas (mínimo)	Aumento FM
Steib et al.(117)	----	60%–80% 1RM	----	----	-----	Aumento FM e melhora DF
Silva et al.(122)	----	-----	-----	-----	8 a 52 semanas	Aumento FM
Oliveira et al.(98)	Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo

Tabela 4. Resumo dos resultados 2. Parâmetros recomendados de TR.

4. DISCUSSÃO

O exercício físico é referido como um dos pilares fundamentais para a prevenção e o tratamento da sarcopenia, sendo os exercícios de força ou resistidos os mais recomendados. O presente trabalho encontrou evidências do efeito positivo do treino resistido (TR) na massa muscular (MM) (95,101,106,112,113,115,118,120), força muscular (FM) (91,95,97,100–103,105,106,108,112,114,115,118,120) e desempenho físico (DF) (91,95,100,101,103,104,106,108,114,115,120). Os programas de exercícios multimodais (EM), que integram várias modalidades de exercício, também tem demonstrado benefícios na MM (94,110,111,115,120), FM (91,94,100,101,108,110,111,115,120) e DF (91,94,100,101,108,110,111,115,120). O treino com restrição de fluxo sanguíneo (TRFS) é recomendado para aumento da FM mas sob a supervisão de um treinador com experiência (120). O treino intervalado de alta intensidade (High Intensity Interval Training – HIIT) melhorou o DF num estudo (109), mas os dados foram inconclusivos na MM e na FM. Bao et al. (107) relataram aumento da FM e melhoria do DF com diferentes tipos de atividade física mas não encontraram efeitos na MM. A vibração de corpo inteiro (VCI) mostrou ser eficaz para aumentar a FM e o DF (106). Um programa simples e prático de exercícios domiciliares tem sido eficaz na melhora da massa muscular e velocidade de marcha em idosos (99). Um dos estudos analisados encontrou que qualquer tipo de atividade física é um fator protetor contra a sarcopenia (96).

Para todas as intervenções referidas, são poucos os estudos que mencionam o diagnóstico inicial de sarcopenia nos idosos participantes utilizando alguma das recomendações dos grupos de expertos (91,96,107,110,111). Além disso, as definições, parâmetros e pontos de corte utilizados, foram diferentes entre os estudos analisados. Este fato limita muito a possibilidade de extrair conclusões robustas diretamente relacionadas à sarcopenia. Tendo em conta que tanto a MM como a FM e o DF são parâmetros importantes nas definições de sarcopenia, os estudos que foram escolhidos para a realização deste trabalho, avaliaram os parâmetros referidos. É de esperar que as consequências deletérias da sarcopenia possam ser diminuídas ou evitadas, melhorando a massa e a força muscular e como consequência o desempenho físico. Principalmente, e considerando que a baixa FM e o baixo DF são preditores de resultados negativos (13,24), parece importante encontrar intervenções que logrem melhorar essas variáveis. O treino de força ou resistido isolado, ou combinado com

outros tipos de treino em programas de exercícios multimodais, foi o tipo de exercício que mostrou melhores efeitos a nível da MM, FM e DF. Em relação aos parâmetros do TR (frequência, intensidade, séries, repetições e duração da intervenção), os estudos revisados fizeram recomendações para pessoas sem sarcopenia fundamentalmente, mas que são efetivas na melhora da MM, FM e DF. As recomendações para frequência variam entre os estudos. Sugerem 2 a 3 sessões de treino semanal (76,84,118,120), 2 vezes por semana (116) ou 3 vezes por semana (119). Kneffel et (116) relataram que mais de 2 sessões por semana não parecem trazer benefícios adicionais nos idosos e podem comprometer a recuperação e aumentar o risco de lesão. Steib et al (117), consideram que, devido ao maior tempo de regeneração e a diminuição da mobilidade nos idosos, as baixas frequências parecem ser mais práticas. As sessões devem ser em dias não consecutivos para permitir a recuperação. A intensidade recomendada pela maioria dos estudos é de entre 60% a 80% de 1RM (84,117–120) que é considerada alta. Borde et al (118) e Csapo et al (119), encontraram que com intensidades ligeiras a moderadas (aproximadamente 45% 1RM) também é possível obter aumentos a nível da MM (118) e FM (118,119). Em concordância com isto, Beckweé et al (120), também relataram aumentos na FM com intensidades de hasta 50% 1RM. O número de séries recomendados para cada exercício (devem ser realizadas para cada grupo muscular grande), também é variável: uma única série (76); de 2 a 3 (84,118); ou de 1 a 4 (4 seria o número mais recomendado) (120) e as repetições sugeridas foram: de 7 a 9 (118); de 6 a 12 (84); de 8 a 12 (76); e de 8 a 15 (120). A duração do programa de TR foi a variável de treino mais importante ou uma das mais importantes na produção de aumento de FM em idosos saudáveis e sedentários em dois estudos (118,122). A duração das intervenções recomendada para lograr benefícios foi entre 6 e 53 semanas.

A prescrição de TR deve incluir um período de adaptação de 1-2 vezes por semana para permitir que os idosos aprendam com segurança, em baixas doses e com séries mínimas; ou seja, no início, a intensidade e o volume devem ser baixos e a frequência de 1 a 2 vezes por semana (76,87,116). Após este período, um aumento gradual na dosagem de treinamento permite melhorias na força e na massa muscular (76,87,116). Os idosos muitas vezes têm dificuldade em obter as doses diárias recomendadas de atividade física. Quando não for possível alcançar a quantidades de atividade física recomendadas, as pessoas devem pelo menos praticar atividades físicas conforme a sua tolerância (76,116). Uma boa estratégia pode ser a de promover o aumento dos níveis de atividade física entre o sedentarismo e as recomendações diárias para a faixa etária. Isto, além de evitar o sedentarismo e os seus

efeitos prejudiciais, pode aumentar a motivação para lograr os objetivos (104). É recomendado que os programas de exercícios para idosos incluam exercícios aeróbicos, exercícios de força/resistência e exercícios de flexibilidade (76) e nos que apresentam risco de quedas ou alterações na mobilidade, são recomendados exercícios para melhorar o equilíbrio (76,84). Tendo em conta isto, parece ser que os melhores programas para prescrição de exercício físico nos idosos saudáveis são os de EM que incluam TR, exercícios aeróbicos e exercícios de flexibilidade. Uma hipótese razoável é que isto poderia ser aplicado nos idosos com sarcopenia, de forma que este grupo possa usufruir dos importantes benefícios do exercício físico, além do tratamento da sarcopenia. A VCI pode ser implementada nos idosos incapazes de realizar regimes de exercícios padrão (108,111,112,123).

5. CONCLUSÃO

O exercício físico é fundamental para prevenir e tratar a sarcopenia. Evitar o sedentarismo e manter níveis de atividade física regulares, são medidas efetivas na prevenção desta patologia. Dado que a sarcopenia é definida pela redução da MM e da FM, com alteração a nível do desempenho físico, o melhor tipo de exercício físico para a prevenção e o tratamento desta patologia tem que ter efeitos nestes três parâmetros (principalmente na FM e no DF, que são os que tem demonstrado maior capacidade para predizer resultados negativos). Os tipos de exercício físico que tem revelado maiores efeitos na MM, FM e no DF são o TR e o EM com inclusão de TR. Os programas de TR para o tratamento da sarcopenia deveriam ter as seguintes características: 2 sessões de treino semanal (em dias não consecutivos) para cada grupo muscular grande, com uma intensidade de 60% a 80% de 1RM, 8 a 12 repetições por exercício (intensidades menores, podem ser efetivas, aumentando o número de repetições), 1 a 3 séries por exercício e uma duração mínima de 8 semanas. O EM tem mostrado efeitos positivos em relação à sarcopenia. Faltam mais estudos para confirmar a importância destes benefícios, definir a proporção de cada tipo de exercício dentro dos programas e as “doses” de cada um. A VCI pode ser útil em idosos com dificuldade para a prática de exercícios físicos, pois não requerem um esforço ativo completo e tem demonstrado efeitos positivos na massa muscular e no desempenho físico.

São necessários mais estudos que utilizem uma definição uniforme de sarcopenia (métodos de diagnóstico, pontos de corte e avaliação de resultados) e que estejam focados em múltiplas variáveis de treino. Isto vai permitir obter conclusões mais definitivas e específicas, que fundamentem a indicação de intervenções de atividade física efetivas na prevenção e o tratamento da sarcopenia nos idosos, na prática clínica.

BIBLIOGRAFIA

1. Jameson JL, Kasper DL, Longo DL, Fauci AS, Hauser SL, Loscalzo J. Medicina interna de Harrison. 20^a. Vol. 2. AMGH Editora Ltda; 2020.
2. Veríssimo MT. Geriatria fundamental : saber e praticar. 1.^a ed. Lisboa: Lidel; 2014. 456 p.
3. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World population ageing, 2019 highlights. 2020.
4. World Health Organization. World report on ageing and health [Internet]. Geneva; 2015. 246 p. Disponível em: www.who.int
5. Steves CJ, Spector TD, Jackson SHD. Ageing, genes, environment and epigenetics: what twin studies tell us now, and in the future. *Age and Ageing*. setembro de 2012;41(5):581–6.
6. United Nations. World Population Prospects 2019 [Internet]. Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects 2019. 2019. 46 p. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12283219>
7. INE 2020. INE 2020.pdf [Internet]. Instituto Nacional de Estatística, I.P.; 2021. Disponível em: www.ine.pt
8. Eurostat. More than a fifth of the EU population are aged 65 or over [Internet]. [citado 20 de julho de 2022]. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210316-1>
9. Eurostat. Archive:Estrutura populacional e envelhecimento [Internet]. [citado 20 de julho de 2022]. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Estrutura_populacional_e_envelhecimento
10. Eurostat. Disability statistics [Internet]. [citado 21 de julho de 2022]. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Disability_statistics
11. WHO. Decade of Healthy Aeging 2020-2030.pdf [Internet]. [citado 26 de julho de 2022]. Disponível em: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/decade-of-healthy-ageing/final-decade-proposal/decade-proposal-final-apr2020-en.pdf?sfvrsn=b4b75ebc_25&download=true
12. Cruz-Jentoft AJ, Sayer AA. Sarcopenia. Vol. 393, *The Lancet*. Lancet Publishing Group; 2019. p. 2636–46.
13. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis EUROPEAN WORKING GROUP ON SARCOPENIA IN OLDER PEOPLE 2 (EWGSOP2). *Age and Ageing*. 2019;48:16–31.
14. Cruz-Jentoft AJ. Sarcopenia, the last organ insufficiency. *European Geriatric Medicine*. junho de 2016;7(3):195–6.

15. Rosenberg IH. Symposium: Sarcopenia: Diagnosis and Mechanisms Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance [Internet]. 1997. Disponível em: <https://academic.oup.com/jn/article/127/5/990S/4724144>
16. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*. abril de 2010;39(4):412–23.
17. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: An Undiagnosed Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, Etiology, and Consequences. International Working Group on Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. maio de 2011;12(4):249–56.
18. Studenski SA, Peters KW, Alley DE, Cawthon PM, McLean RR, Harris TB, et al. The FNIH Sarcopenia Project: Rationale, Study Description, Conference Recommendations, and Final Estimates. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2014;69(5):547.
19. Muscaritoli M, Anker SD, Argilés J, Aversa Z, Bauer JM, Biolo G, et al. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: Joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) “cachexia-anorexia in chronic wasting diseases” and “nutrition in geriatrics”. *Clinical Nutrition*. abril de 2010;29(2):154–9.
20. Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. 1 de fevereiro de 2014;15(2):95-95–101.
21. Chen LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Chou MY, Iijima K, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*. março de 2020;21(3):300-307.e2.
22. Vellas B, Fielding RA, Bens C, Bernabei R, Cawthon PM, Cederholm T, et al. Implications of ICD-10 for Sarcopenia clinical practice and Clinical Trials: report by The International Conference on Frailty and Sarcopenia Research Task Force. *The Journal of Frailty & Aging*. 2018;7(1):2–9.
23. Anker SD, Morley JE, Haehling S. Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. :3.
24. Bhasin S, Travison TG, Manini TM, Patel S, Pencina KM, Fielding RA, et al. Sarcopenia Definition: The Position Statements of the Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium. *J Am Geriatr Soc*. julho de 2020;68(7):1410–8.
25. Dent E, Woo J, Scott D, Hoogendijk EO. Sarcopenia measurement in research and clinical practice. Vol. 90, *European Journal of Internal Medicine*. Elsevier B.V.; 2021. p. 1–9.
26. Marzetti E, Calvani R, Tosato M, Cesari M, Di Bari M, Cherubini A, et al. Sarcopenia: an overview. *Aging Clinical and Experimental Research*. fevereiro de 2017;29(1):11–7.

27. Bauer JM, Morley JE. Editorial: Body composition measurements in older adults. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. janeiro de 2020;23(1):1–3.
28. Billot M, Calvani R, Urtamo A, Luis Sánchez-Sánchez J, Ciccolari-Micaldi C, Chang M, et al. Preserving Mobility in Older Adults with Physical Frailty and Sarcopenia: Opportunities, Challenges, and Recommendations for Physical Activity Interventions. 2020; Disponível em: <http://doi.org/10.2147/CIA.S253535>
29. Di Vincenzo O, Marra M, Scalfi L. Bioelectrical impedance phase angle in sport: a systematic review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 15 de janeiro de 2019;16(1):49.
30. Cawthon PM, Trivison TG, Manini TM, Patel S, Pencina KM, Fielding RA, et al. Establishing the Link Between Lean Mass and Grip Strength Cut Points With Mobility Disability and Other Health Outcomes: Proceedings of the Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium Conference. Melzer D, editor. *The Journals of Gerontology: Series A*. 18 de junho de 2020;75(7):1317–23.
31. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Benzeval M, Deary IJ, Dennison EM, et al. Grip Strength across the Life Course: Normative Data from Twelve British Studies. *PLoS ONE* [Internet]. dezembro de 2014;9(12). Disponível em: [/pmc/articles/PMC4256164/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4256164/) [/pmc/articles/PMC4256164/?report=abstract](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4256164/?report=abstract) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4256164/>
32. Beaudart C, Rolland Y, Cruz-Jentoft AJ, Bauer JM, Sieber C, Cooper C, et al. Assessment of Muscle Function and Physical Performance in Daily Clinical Practice: A position paper endorsed by the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). *Calcif Tissue Int*. julho de 2019;105(1):1–14.
33. Bennell K, Dobson F, Hinman R. Measures of physical performance assessments: Self-Paced Walk Test (SPWT), Stair Climb Test (SCT), Six-Minute Walk Test (6MWT), Chair Stand Test (CST), Timed Up & Go (TUG), Sock Test, Lift and Carry Test (LCT), and Car Task. *Arthritis Care Res*. novembro de 2011;63(S11):S350–70.
34. Malmstrom TK, Morley JE. SARC-F: A Simple Questionnaire to Rapidly Diagnose Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. agosto de 2013;14(8):531–2.
35. Morley JE. Treatment of sarcopenia: the road to the future. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. dezembro de 2018;9(7):1196–9.
36. Liu P, Hao Q, Hai S, Wang H, Cao L, Dong B. Sarcopenia as a predictor of all-cause mortality among community-dwelling older people: A systematic review and meta-analysis. Vol. 103, *Maturitas*. Elsevier Ireland Ltd; 2017. p. 16–22.
37. Beaudart C, Zaaria M, Pasleau F, Reginster JY, Bruyère O. Health Outcomes of Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*. janeiro de 2017;12(1):169548.

38. Papadopoulou SK. Sarcopenia: A Contemporary Health Problem among Older Adult Populations. *Nutrients* [Internet]. 2020; Disponível em: www.mdpi.com/journal/nutrients
39. Zhang X, Wang C, Dou Q, Zhang W, Yang Y, Xie X. Sarcopenia as a predictor of all-cause mortality among older nursing home residents: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. novembro de 2018;8(11).
40. Xu J, Wan CS, Ktoris K, Reijnierse EM, Maier AB. Sarcopenia Is Associated with Mortality in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Gerontology*. 2021;1–16.
41. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low Relative Skeletal Muscle Mass (Sarcopenia) in Older Persons Is Associated with Functional Impairment and Physical Disability. *Journal of the American Geriatrics Society*. maio de 2002;50(5):889–96.
42. dos Santos L, Cyrino ES, Antunes M, Santos DA, Sardinha LB. Sarcopenia and physical independence in older adults: the independent and synergic role of muscle mass and muscle function. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. abril de 2017;8(2):245–50.
43. Schaap LA, van Schoor NM, Lips P, Visser M. Associations of Sarcopenia Definitions, and Their Components, With the Incidence of Recurrent Falling and Fractures: The Longitudinal Aging Study Amsterdam. *The Journals of Gerontology: Series A*. 10 de agosto de 2018;73(9):1199–204.
44. Bischoff-Ferrari HA, Orav JE, Kanis JA, Rizzoli R, Schögl M, Staehelin HB, et al. Comparative performance of current definitions of sarcopenia against the prospective incidence of falls among community-dwelling seniors age 65 and older. *Osteoporos Int*. dezembro de 2015;26(12):2793–802.
45. Beaudart C, Biver E, Reginster J, Rizzoli R, Rolland Y, Bautmans I, et al. Validation of the SarQoL®, a specific health-related quality of life questionnaire for Sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. abril de 2017;8(2):238–44.
46. Janssen I, Shepard DS, Katzmarzyk PT, Roubenoff R. The Healthcare Costs of Sarcopenia in the United States: ECONOMIC COST OF SARCOPENIA. *Journal of the American Geriatrics Society*. janeiro de 2004;52(1):80–5.
47. Norman K, Otten L. Financial impact of sarcopenia or low muscle mass – A short review. Vol. 38, *Clinical Nutrition*. Churchill Livingstone; 2019. p. 1489–95.
48. Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, Ahadi Z, Larijani B, Heshmat R. Prevalence of sarcopenia in the world: A systematic review and meta- analysis of general population studies. *Journal of Diabetes and Metabolic Disorders*. maio de 2017;16(1).
49. Papadopoulou SK, Tsintavis P, Potsaki G, Papandreou D. Differences in the Prevalence of Sarcopenia in Community-Dwelling, Nursing Home and Hospitalized Individuals. A Systematic Review and Meta-Analysis. Vol. 24, *Journal of Nutrition, Health and Aging*. Serdi-Editions; 2020. p. 83–90.
50. Mayhew AJ, Amog K, Phillips S, Parise G, McNicholas PD, De Souza RJ, et al. The prevalence of sarcopenia in community-dwelling older adults, an exploration of

- differences between studies and within definitions: a systematic review and meta-analyses. *Age and Ageing*. 2019;48:48–56.
51. Rodríguez-Rejón A, Dolores Ruiz-López M, Wanden-Berghe C, Artacho R. Prevalence and Diagnosis of Sarcopenia in Residential Facilities: A Systematic Review. 2019; Disponível em: <https://doi.org/10.1093/advances/nmy058>.
 52. Ethgen O, Beaudart C, Buckinx F, Bruyère O, Reginster JY. The Future Prevalence of Sarcopenia in Europe: A Claim for Public Health Action. *Calcified Tissue International*. 2017;100(3):229–34.
 53. Dennison EM, Sayer AA, Cooper C. Epidemiology of sarcopenia and insight into possible therapeutic targets. *Nat Rev Rheumatol*. junho de 2017;13(6):340–7.
 54. Frontera WR, Ochala J. Skeletal Muscle: A Brief Review of Structure and Function. *Calcif Tissue Int*. março de 2015;96(3):183–95.
 55. Ferrucci L, Baroni M, Ranchelli A, Lauretani F, Maggio M, Mecocci P, et al. Interaction Between Bone and Muscle in Older Persons with Mobility Limitations. *CPD*. 31 de maio de 2014;20(19):3178–97.
 56. Paterson DH, Jones GR, Rice CL. Ageing and physical activity: evidence to develop exercise recommendations for older adults. This article is part of a supplement entitled *Advancing physical activity measurement and guidelines in Canada: a scientific review and evidence-based foundation for the future of Canadian physical activity guidelines* co-published by *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* and the *Canadian Journal of Public Health*. It may be cited as *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 32(Suppl. 2E) or as *Can. J. Public Health* 98(Suppl. 2). *Appl Physiol Nutr Metab*. novembro de 2007;32(S2E):S69–108.
 57. Wilkinson DJ, Piasecki M, Atherton PJ. The age-related loss of skeletal muscle mass and function: Measurement and physiology of muscle fibre atrophy and muscle fibre loss in humans. *Ageing Research Reviews*. novembro de 2018;47:123.
 58. Distefano G, Goodpaster BH. Effects of Exercise and Aging on Skeletal Muscle. *Cold Spring Harb Perspect Med*. março de 2018;8(3):a029785.
 59. Rezuş E, Burlui A, Cardoneanu A, Rezuş C, Codreanu C, Pârvu M, et al. Inactivity and Skeletal Muscle Metabolism: A Vicious Cycle in Old Age. *International journal of molecular sciences* [Internet]. janeiro de 2020;21(2). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31963330/>
 60. Harper C, Gopalan V, Goh J. Exercise rescues mitochondrial coupling in aged skeletal muscle: a comparison of different modalities in preventing sarcopenia. *Journal of translational medicine* [Internet]. dezembro de 2021;19(1). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33593349/>
 61. Hamrick MW, McGee-Lawrence ME, Frechette DM. Fatty Infiltration of Skeletal Muscle: Mechanisms and Comparisons with Bone Marrow Adiposity. *Front Endocrinol* [Internet]. 20 de junho de 2016 [citado 26 de julho de 2022];7. Disponível em: <http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fendo.2016.00069/abstract>

62. Kim JW, Kim R, Choi H, Lee SJ, Bae GU. Understanding of sarcopenia: from definition to therapeutic strategies. *Arch Pharm Res.* outubro de 2021;44(9–10):876–89.
63. Sgrò P, Sansone M, Sansone A, Sabatini S, Borriore P, Romanelli F, et al. Physical exercise, nutrition and hormones: three pillars to fight sarcopenia. *The Aging Male.* 3 de abril de 2019;22(2):75–88.
64. Shur NF, Creedon L, Skirrow S, Atherton PJ, MacDonald IA, Lund J, et al. Age-related changes in muscle architecture and metabolism in humans: The likely contribution of physical inactivity to age-related functional decline. *Ageing Research Reviews [Internet].* julho de 2021;68. Disponível em: [/pmc/articles/PMC8140403/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39444443/)
[/pmc/articles/PMC8140403/?report=abstract](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39444443/)
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8140403/>
65. Janssen I, Heymsfield SB, Wang Z, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *Journal of Applied Physiology.* 1 de julho de 2000;89(1):81–8.
66. Deschenes MR. Effects of Aging on Muscle Fibre Type and Size. *Sports Medicine.* 2004;34(12):809–24.
67. McArdle WD. *Exercise physiology : nutrition, energy, and human performance.* 8th ed. Philadelphia, USA: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins;
68. McGregor RA, Cameron-Smith D, Poppitt SD. It is not just muscle mass: a review of muscle quality, composition and metabolism during ageing as determinants of muscle function and mobility in later life. *Longevity & Healthspan [Internet].* dezembro de 2014;3(1). Disponível em: [/pmc/articles/PMC4268803/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26111111/)
[/pmc/articles/PMC4268803/?report=abstract](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26111111/)
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4268803/>
69. Delmonico MJ, Harris TB, Visser M, Park SW, Conroy MB, Velasquez-Mieyer P, et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am J Clin Nutr.* dezembro de 2009;90(6):1579–85.
70. Frontera WR, Zayas AR, Rodriguez N. Aging of human muscle: understanding sarcopenia at the single muscle cell level. 2011;
71. Kent-Braun JA, Ng AV, Young K. Skeletal muscle contractile and noncontractile components in young and older women and men. *Journal of Applied Physiology.* 1 de fevereiro de 2000;88(2):662–8.
72. Lang T, Streeper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporos Int.* 2010;21:543–59.
73. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The Loss of Skeletal Muscle Strength, Mass, and Quality in Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.* 1 de outubro de 2006;61(10):1059–64.

74. Kostka T. Quadriceps maximal power and optimal shortening velocity in 335 men aged 23–88 years. *Eur J Appl Physiol*. outubro de 2005;95(2–3):140–5.
75. World Health Organization. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: World Health Organization; 2020.
76. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. julho de 2009;41(7):1510–30.
77. Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition. :118.
78. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Exercise with Blood Flow Restriction: An Updated Evidence-Based Approach for Enhanced Muscular Development. *Sports Med*. março de 2015;45(3):313–25.
79. Fischer M, Vialleron T, Laffaye G, Fourcade P, Hussein T, Chèze L, et al. Long-Term Effects of Whole-Body Vibration on Human Gait: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Neurol*. 19 de junho de 2019;10:627.
80. Cochrane DJ. The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2011;19–30.
81. Zaidell LN, Mileva KN, Sumners DP, Bowtell JL. Experimental Evidence of the Tonic Vibration Reflex during Whole-Body Vibration of the Loaded and Unloaded Leg. Woloschak GE, editor. *PLoS ONE*. 30 de dezembro de 2013;8(12):e85247.
82. Martone AM, Marzetti E, Calvani R, Picca A, Tosato M, Santoro L, et al. Exercise and Protein Intake: A Synergistic Approach against Sarcopenia. Vol. 2017, *BioMed Research International*. Hindawi Limited; 2017.
83. Law TD, Clark LA, Clark BC. Resistance Exercise to Prevent and Manage Sarcopenia and Dynapenia. *annu rev gerontol geriatr*. 1 de janeiro de 2016;36(1):205–28.
84. Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD, et al. Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association [Internet]. 2019. Disponível em: www.nscs.com
85. Ratamess N, Alvar B, Evetoch T, Housh T, Kibler B, Kraemer W, et al. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. março de 2009;41(3):687–708.
86. Montero-Fernández N, Serra-Rexach JA. Role of exercise on sarcopenia in the elderly. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*; 2013.
87. Peterson MD, Gordon PM. Resistance exercise for the aging adult: Clinical implications and prescription guidelines. Vol. 124, *American Journal of Medicine*. 2011. p. 194–8.
88. Landi F, Marzetti E, Martone AM, Bernabei R, Onder G. Exercise as a remedy for sarcopenia. Vol. 17, *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 2014. p. 25–31.

89. Pišot R, Marusic U, Biolo G, Mazzucco S, Lazzer S, Grassi B, et al. Greater loss in muscle mass and function but smaller metabolic alterations in older compared with younger men following 2 wk of bed rest and recovery. *Journal of Applied Physiology*. 15 de abril de 2016;120(8):922–9.
90. Akune T, Muraki S, Oka H, Tanaka S, Kawaguchi H, Nakamura K, et al. Exercise habits during middle age are associated with lower prevalence of sarcopenia: the ROAD study. *Osteoporos Int*. março de 2014;25(3):1081–8.
91. Escriche-Escuder A, Fuentes-Abolafio IJ, Roldán-Jiménez C, Cuesta-Vargas AI. Effects of exercise on muscle mass, strength, and physical performance in older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis according to the EWGSOP criteria. *Experimental Gerontology*. agosto de 2021;151.
92. Zampieri S, Pietrangelo L, Loeffler S, Fruhmann H, Vogelauer M, Burggraf S, et al. Lifelong Physical Exercise Delays Age-Associated Skeletal Muscle Decline. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 1 de fevereiro de 2015;70(2):163–73.
93. Sánchez-Sánchez JL, Mañas A, García-García FJ, Ara I, Carnicero JA, Walter S, et al. Sedentary behaviour, physical activity, and sarcopenia among older adults in the TSHA: isotemporal substitution model. *Physical activity*. :11.
94. Lee SY, Tung HH, Liu CY, Chen LK. Physical Activity and Sarcopenia in the Geriatric Population: A Systematic Review. *Journal of the American Medical Directors Association*. maio de 2018;19(5):378–83.
95. Talar K, Hernández-Belmonte A, Vetrovsky T, Steffl M, Kałamacka E, Courel-Ibáñez J. Benefits of Resistance Training in Early and Late Stages of Frailty and Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Studies. *JCM*. 12 de abril de 2021;10(8):1630.
96. Steffl M, Bohannon RW, Sontakova L, Tufano JJ, Shiells K, Holmerova I. Relationship between sarcopenia and physical activity in older people: A systematic review and meta-analysis. Vol. 12, *Clinical Interventions in Aging*. Dove Medical Press Ltd.; 2017. p. 835–45.
97. Peterson MD, Rhea MR, Sen A, Gordon PM. Resistance Exercise for Muscular Strength in Older Adults: A Meta-Analysis. *Ageing research reviews*. julho de 2010;9(3):226.
98. Oliveira JS, Pinheiro MB, Fairhall N, Walsh S, Chesterfield Franks T, Kwok W, et al. Evidence on Physical Activity and the Prevention of Frailty and Sarcopenia Among Older People: A Systematic Review to Inform the World Health Organization Physical Activity Guidelines. *Journal of Physical Activity and Health*. 1 de dezembro de 2020;17(12):1247–58.
99. Maruya K, Asakawa Y, Ishibashi H, Fujita H, Arai T, Yamaguchi H. Effect of a simple and adherent home exercise program on the physical function of community dwelling adults sixty years of age and older with pre-sarcopenia or sarcopenia. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(11):3183–8.

100. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zúñiga C, Arai H, Boirie Y, et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: A systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age and Ageing*. novembro de 2014;43(6):48–759.
101. Barajas-Galindo DE, González Arnáiz E, Ferrero Vicente P, Ballesteros-Pomar MD. Effects of physical exercise in sarcopenia. A systematic review. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición (English ed)*. março de 2021;68(3):159–69.
102. Buch A, Kis O, Carmeli E, Keinan-Boker L, Berner Y, Barer Y, et al. Circuit resistance training is an effective means to enhance muscle strength in older and middle aged adults. *Ageing Research Reviews*. agosto de 2017;37:16–27.
103. Lai CC, Tu YK, Wang TG, Huang YT, Chien KL. Effects of resistance training, endurance training and whole-body vibration on lean body mass, muscle strength and physical performance in older people: a systematic review and network meta-analysis. *Age and Ageing*. 1 de maio de 2018;47(3):367–73.
104. Papa EV, Dong X, Hassan M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clinical Interventions in Aging*. junho de 2017;12:955.
105. Martins WR, de Oliveira RJ, Carvalho RS, de Oliveira Damasceno V, da Silva VZM, Silva MS. Elastic resistance training to increase muscle strength in elderly: A systematic review with meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. julho de 2013;57(1):8–15.
106. Šarabon N, Kozinc Ž, Löfler S, Hofer C. Resistance Exercise, Electrical Muscle Stimulation, and Whole-Body Vibration in Older Adults: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Clin Med [Internet]*. 8 de setembro de 2020 [citado 2 de julho de 2022];9(9):2902. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7563530/>
107. Bao W, Sun Y, Zhang T, Zou L, Wu X, Wang D, et al. Exercise programs for muscle mass, muscle strength and physical performance in older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Aging and Disease*. 2020;11(4):863–73.
108. Wu PY, Huang KS, Chen KM, Chou CP, Tu YK. Exercise, Nutrition, and Combined Exercise and Nutrition in Older Adults with Sarcopenia: A Systematic Review and Network Meta-analysis. Vol. 145, *Maturitas*. Elsevier Ireland Ltd; 2021. p. 38–48.
109. Wu ZJ, Wang ZY, Gao HE, Zhou XF, Li FH. Impact of high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness, body composition, physical fitness, and metabolic parameters in older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. Vol. 150, *Experimental Gerontology*. Elsevier Inc.; 2021.
110. Yoshimura Y, Wakabayashi H, Yamada M, Kim H, Harada A, Arai H. Interventions for Treating Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Studies. *Journal of the American Medical Directors Association*. junho de 2017;18(6):553.e1-553.e16.

111. Vlietstra L, Hendrickx W, Waters DL. Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. Vol. 37, *Australasian Journal on Ageing*. Blackwell Publishing; 2018. p. 169–83.
112. Stewart VH, Saunders DH, Greig CA. Responsiveness of muscle size and strength to physical training in very elderly people: A systematic review. Vol. 24, *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2014.
113. Peterson MD, Sen A, Gordon PM. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. fevereiro de 2011;43(2):249–58.
114. de Mello RGB, Dalla Corte RR, Gioscia J, Moriguchi EH. Effects of Physical Exercise Programs on Sarcopenia Management, Dynapenia, and Physical Performance in the Elderly: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *Journal of Aging Research*. 20 de novembro de 2019;2019:1–7.
115. Beudart C, Dawson A, Shaw SC, Harvey NC, Kanis JA, Binkley N, et al. Nutrition and physical activity in the prevention and treatment of sarcopenia: systematic review. *Osteoporosis International*. junho de 2017;28(6):1817.
116. Kneffel Z, Murlasits Z, Reed J, Krieger J. A meta-regression of the effects of resistance training frequency on muscular strength and hypertrophy in adults over 60 years of age. *Journal of Sports Sciences*. 2021;39(3):351–8.
117. Steib S, Schoene D, Pfeifer K. Dose–response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. maio de 2010;42(5):902–14.
118. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose–Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. dezembro de 2015;45(12):1693–720.
119. Csapo R, Alegre LM. Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. setembro de 2016;26(9):995–1006.
120. Beckwée D, Delaere A, Aelbrecht S, Baert V, Beudart C, Bruyere O, et al. Exercise Interventions for the Prevention and Treatment of Sarcopenia. A Systematic Umbrella Review. *J Nutr Health Aging*. junho de 2019;23(6):494–502.
121. Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Med Res Methodol*. dezembro de 2007;7(1):10.
122. Silva NL, Oliveira RB, Fleck SJ, Leon ACMP, Farinatti P. Influence of strength training variables on strength gains in adults over 55 years-old: A meta-analysis of dose–response relationships. *Journal of Science and Medicine in Sport*. maio de 2014;17(3):337–44.
123. Šarabon N, Kozinc Ž, Löfler S, Hofer C. Resistance Exercise, Electrical Muscle Stimulation, and Whole-Body Vibration in Older Adults: Systematic Review and

Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. JCM. 8 de setembro de 2020;9(9):2902.