

Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

**Intervenções nutricionais relacionadas à redução do
risco e ao tratamento da sarcopenia**

Rose Mei Hui Lu Choi

Trabalho apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II – 0060029, como requisito parcial para a graduação no Curso de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Macedo Rogero

São Paulo

2019

Intervenções nutricionais relacionadas à redução do risco e ao tratamento da sarcopenia

Rose Mei Hui Lu Choi

Trabalho apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II – 0060029, como requisito parcial para a graduação no Curso de Nutrição da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Macedo Rogero

São Paulo

2019

Choi RMHL. Intervenções nutricionais relacionadas à redução do risco e ao tratamento da sarcopenia [Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Graduação em Nutrição]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2019.

RESUMO

Considerada um problema de saúde pública, a sarcopenia é uma doença muscular caracterizada pela redução da força e da massa musculares e da *performance* física, a qual acomete indivíduos em processo de envelhecimento, assim como indivíduos com doenças, como o câncer, com inatividade física e com subnutrição. O Trabalho de Conclusão de Curso planejado consiste na realização de uma revisão bibliográfica para identificação de intervenções nutricionais na literatura visando a redução do risco e o tratamento dietético de indivíduos com diagnóstico de sarcopenia. Os artigos utilizados foram advindos das buscas eletrônicas nas bases de dados Scielo e PubMed e, seguiram critérios como: artigos com estudos randomizados e controlados em humanos, com idade igual ou superior a 45 anos e presença de sarcopenia, que utilizaram suplementação de proteína, L-leucina, ácido beta-hidroxi-beta-metilbutírico, ácidos graxos poli-insaturados ômega-3, vitamina D e creatina como intervenções nutricionais e, que avaliaram alterações de força e massa musculares e, desempenho funcional como desfechos.

Palavras-chave: *sarcopenia, frailty, ageing, elderly, protein supplementation, leucine, HMB, omega 3, vitamin D, creatine.*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Sarcopenia segundo EWGSOP2	7
--	---

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Efeito do estímulo anabólico no metabolismo proteico muscular em jovens e idosos	11
Figura 2:	Efeitos da suplementação de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 em parâmetros relacionados à sarcopenia	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMM – Massa muscular apendicular

ATP – Adenosina trifosfato

AVE – Acidente vascular encefálico

DII – Doença inflamatória intestinal

DRC – Doença renal crônica

ESPEN – *European Society for Clinical Nutrition and Metabolism*

EWGSOP – *European Working Group on Sarcopenia in Older People*

GH – *Growth hormone*

HMB – Ácido β -hidróxi- β -metilbutírico

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGF-1 – Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1

IL - Interleucina

IMC – Índice de massa corpórea

MPS – *Muscle protein synthesis*

MPB – *Muscle protein breakdown*

NHANES III – *National Health and Nutritional Examination Survey III*

PCR – Proteína C reativa

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

SUP – Sistema ubiquitina-proteassoma

TFG – Taxa de filtração glomerular

TNF- α – Fator de necrose tumoral-alfa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	13
3 MÉTODOS	13
4 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	14
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
5.1 Proteína	14
5.2 Leucina	17
5.3 Ácido beta-hidroxi-beta-metilbutírico (HMB)	19
5.4 Vitamina D	20
5.5 Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (EPA e DHA)	22
5.6 Creatina	23
5.7 Sarcopenia e exercício de força	23
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
7 CONCLUSÃO	25
8 IMPLICAÇÕES PARA A PRÁTICA NO CAMPO DE ATUAÇÃO	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

A sarcopenia é uma doença muscular, reconhecida formalmente com código no CID10, que pode atingir adultos jovens e idosos. Em 2010, o *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (EWGSOP) definiu que a sarcopenia seria uma síndrome geriátrica prevalente em idosos com etiologia multifatorial, como por exemplo, doenças crônicas, tratamentos medicamentosos, estilo de vida sedentário e ingestão dietética inadequada de energia e de proteína, além do envelhecimento, resultando em perda da massa e da força musculares. Tal fato favorece a ocorrência de quedas, de fraturas e de prejuízo de mobilidade, as quais levam à perda da capacidade de realizar as atividades diárias (CRUZ-JENTOFT et al., 2010).

Em 2019, segundo o *European Working Group on Sarcopenia in Older People 2* (EWGSOP2), a sarcopenia foi definida como uma doença muscular reconhecida com código no CID10. O EWGSOP2 apresentou as diretrizes de definição e de diagnóstico revisadas e atualizadas desta doença baseadas nas evidências científicas e clínicas atuais para melhorar o cuidado aos indivíduos com esta condição. A Tabela 1 mostra os três critérios para identificação e confirmação de diagnóstico da sarcopenia (CRUZ-JENTOFT et al., 2019).

Tabela 1. Sarcopenia segundo os critérios do *European Working Group on Sarcopenia in Older People 2* (EWGSOP2)

Crítérios	Estágios
(1) Baixa força muscular	Provável sarcopenia (critério 1)
(2) Baixa quantidade ou qualidade muscular	Sarcopenia (critério 1 + 2)
(3) Baixo desempenho funcional	Sarcopenia grave (critério 1 + 2 + 3)

Fonte: CRUZ-JENTOFT et al., 2019.

O EWGSOP, publicado em 2010, teve como objetivo a tentativa de definição e diagnóstico clínico da sarcopenia, além do fortalecimento do seu reconhecimento e incentivo de mais estudos relacionados às suas causas, consequências e tratamentos. Já o EWGSOP2, publicado em 2019, atualizou a definição de sarcopenia, identificando as subcategorias de condição “aguda” e “crônica” e os pontos de corte para identificação e caracterização, estabelecendo como indicador primário a baixa força muscular, com a finalidade de melhorar o diagnóstico, o tratamento e as intervenções clínicas da sarcopenia (CRUZ-JENTOFT et al., 2010; CRUZ-JENTOFT et al., 2019).

Indivíduos saudáveis, com idade a partir de 50 anos, já podem apresentar alguma perda de massa muscular, principalmente nos membros inferiores e, esta perda é acentuada com o aumento da idade. No Brasil, um estudo realizado na cidade de Florianópolis verificou prevalência de 33% de sarcopenia moderada e grave em idosos, sendo mais prevalente em homens. Dutra et al. (2015) mostraram que 17,8% das mulheres residentes de uma área urbana no Brasil, com idade igual ou maior que 60 anos, tinham sarcopenia. Estudos em outros países, como o México, encontrou prevalência de 33,6% de idosos sarcopênicos. No Japão, evidenciou-se aumento da prevalência de sarcopenia com o aumento da idade, sendo que a prevalência em idosos com idade igual ou inferior a 70 anos e, em idosos com idade igual ou superior a 80 anos foi de 8,6% e de 39,6%, respectivamente (PELEGRINI et al., 2018).

Em 2014, Smoliner et al. verificaram que a prevalência de sarcopenia em pacientes geriátricos hospitalizados é alta (25,3%), sendo 6,6% sarcopênicos e 18,7% sarcopênicos graves. No estudo de Kortebein et al. (2008), pacientes acamados apresentaram perda de 3% de massa magra e de 15% da força muscular. Em 2019, Agosta et al. verificaram prevalência de 34,7% de pacientes sarcopênicos em 12 hospitais na Itália, sendo que, os fatores de risco associados são: gênero masculino, idade avançada, baixo índice de massa corpórea (IMC), antecedente de acidente vascular encefálico (AVE), histórico de insuficiência cardíaca congestiva e dificuldade na realização de afazeres da vida diária (AGOSTA et al., 2019).

O aumento da expectativa de vida global está associado ao maior risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, bem como alterações

corpóreas como a redução da massa muscular esquelética e o aumento da massa gorda, favorecendo o desenvolvimento da sarcopenia, lesões incapacitantes, deficiências físicas, dependência e, até mesmo, morte precoce (GRANIC; SAYER; ROBINSON, 2019; PELEGRINI et al., 2018). A crescente preocupação em encontrar estratégias que tornem o processo de envelhecimento saudável e com qualidade de vida, somada ao maior risco de sarcopenia em pessoas mais idosas, torna esta doença um problema de saúde pública e tema relevante no âmbito das políticas públicas (IBGE, 2015).

Em 2010, o censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) trouxe informações relacionadas ao aspecto demográfico da população brasileira, indicando aumento da população adulta e idosa, acompanhado de diminuição na população de crianças e jovens devido à redução dos valores de fecundidade e ao aumento da expectativa de vida. Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 1999/2009 (PNAD), houve um aumento de, aproximadamente, 3,3 milhões do total de idosos (IBGE, 2010). E ainda, estudos apontam que, a população com 60 anos de idade ou mais, em 2030 e em 2060, serão de, 41,5 milhões e 73,5 milhões de pessoas, respectivamente (IBGE, 2015).

Na prática clínica, há categorização da sarcopenia em primária e secundária. A sarcopenia primária é relacionada à idade, sendo esta a causa mais evidente, enquanto a sarcopenia secundária acontece na presença da idade avançada e de outros fatores, como doenças, inatividade física, estilo de vida sedentária e ingestão inadequada de energia ou proteína (CRUZ-JENTOFT et al., 2019). O envelhecimento traz consigo altos riscos de desenvolvimento de doenças crônicas, entre elas, as musculoesqueléticas. Estudos estimam perda de 3% da massa muscular, assim como da perda das fibras musculares do tipo 2, de contração rápida, e da conversão destas em fibras musculares do tipo 1, de contração lenta, em indivíduos com mais de 60 anos de idade (GRANIC; SAYER; ROBINSON, 2019).

Dentre as doenças associadas à ocorrência de sarcopenia, estão a subnutrição, o câncer, a doença inflamatória intestinal (DII) e as hepatopatias, assim como, a doença renal crônica (DRC) nos seus diferentes estágios, estando mais prevalente quando há redução da taxa de filtração glomerular (TFG). A relação da perda de função renal e do risco de sarcopenia é diretamente proporcional, sendo

influenciada pelo baixo nível socioeconômico e redução de ingestão de nutrientes como carboidrato, proteína e lipídios, além da presença de deficiência de vitamina D, resistência à ação da insulina, hipertensão arterial sistêmica e idade avançada. Na DRC, a acidose metabólica, depleção de adenosina trifosfato (ATP) e de glicogênio, atrofia de fibras musculares, desequilíbrio hormonal, transporte inadequado de oxigênio, distúrbio eletrolítico, subnutrição e alteração no estilo de vida são alguns dos fatores que resultam em fadiga e fraqueza muscular (SOUZA et al., 2015).

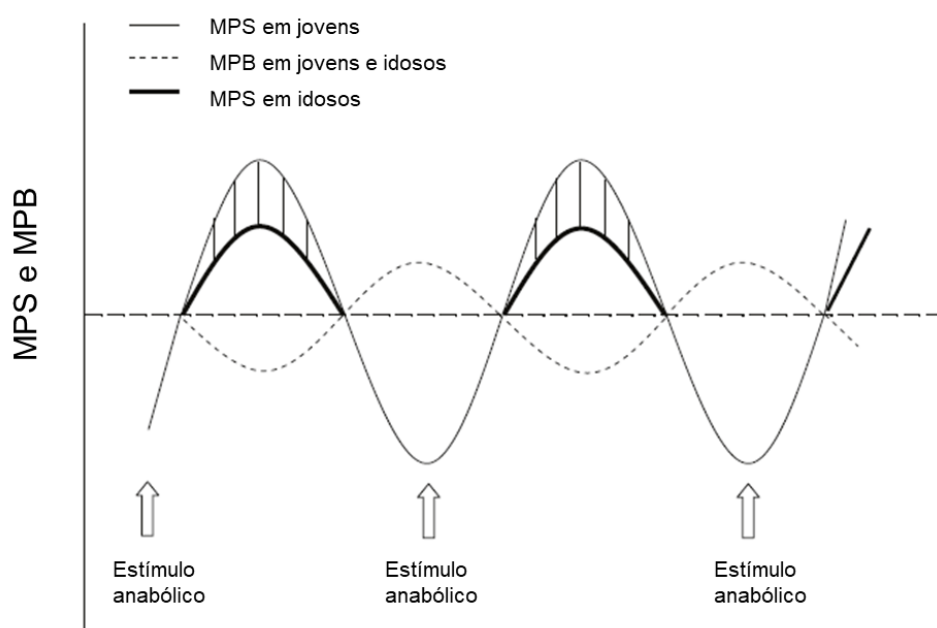
A acidose metabólica é um fator que contribui com a degradação proteica muscular e, assim, da perda de massa muscular por meio da ativação do sistema ubiquitina-proteassoma (SUP) e da caspase 3. Segundo a terceira edição do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES III), a concentração sérica de bicarbonato (HCO_3^-) menor que 23 mEq/L está relacionada à redução da velocidade de marcha e da força do quadríceps. A perda da massa muscular é induzida, então, pela presença de acúmulo de ácido nos compartimentos intersticiais anterior a redução da concentração sérica de bicarbonato (HCO_3^-) (KRAUT e MADIAS, 2017).

O envelhecimento potencializa a perda de neurônios e de unidades motoras. Sabe-se que um único neurônio motor alfa compõe a unidade motora juntamente com as fibras musculares que este inerva. A perda deste neurônio resulta em unidades motoras maiores devido a conexão dos neurônios motores alfa sobreviventes com mais fibras musculares. Consequentemente, há perda de eficácia, fadiga e tremor, perda de precisão motora e má coordenação. Esta alteração contribui para a perda de força muscular observada na sarcopenia, além de atrofia de fibras musculares do tipo 2, de contração e resposta rápidas, com baixa capacidade oxidativa mas alto potencial glicolítico. A imobilidade e o repouso na cama, após a internação hospitalar, favorecem a perda de massa muscular ao reduzir a síntese proteica (MALAFARINA et al., 2012).

A diminuição da massa muscular esquelética, o aumento da massa gorda e infiltração desta entre e dentro das fibras, inflamação crônica, sistêmica e de baixo grau, subnutrição, inatividade, resistência insulínica e anabólica, disfunção hormonal e mitocondrial, estresse oxidativo e doenças crônicas promovem alterações negativas em relação ao balanço proteico muscular, cujo fato favorece o

desenvolvimento da sarcopenia (GRANIC; SAYER; ROBINSON, 2019). O balanço proteico muscular corresponde à diferença entre a síntese proteica muscular ou *muscle protein synthesis* (MPS) e a degradação proteica muscular ou *muscle protein breakdown* (MPB). Este sofre alterações em resposta a estímulos anabólicos, como a ingestão de proteínas em uma refeição, o treinamento resistido e a associação destes dois que potencializa o aumento da síntese proteica para um balanço proteico favorável. A redução na síntese proteica ou o aumento na degradação proteica resulta em um balanço proteico negativo e, assim, na perda proteica muscular. A resistência anabólica em idosos, como observado na Figura 1, pode ser devido à presença de processos inflamatórios relacionados à idade ou à diminuição da prática de atividade física, que resulta em menor resposta à ingestão proteica (BREEN e PHILLIPS, 2011).

Figura 1. Efeito do estímulo anabólico no metabolismo proteico muscular em jovens e idosos



Fonte: BREEN e PHILLIPS, 2011.

A baixa densidade mineral óssea e a redução de massa magra associadas ao aumento de gordura visceral é uma situação comum entre os idosos. Estas mudanças na composição corpórea relacionam-se com redução da concentração

sérica do hormônio de crescimento (GH) e do fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1). Com o aumento da idade, há aumento da concentração sérica de cortisol, alterações na sensibilidade do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal como a redução da resiliência deste eixo e, redução em 40% da concentração sérica de testosterona em homens, que resultam em exposição dos tecidos a glicocorticoides e, assim, em perda da massa muscular (WALRAND et al., 2011).

As mudanças no sistema imunológico caracterizadas por aumento da concentração sérica de citocinas pró-inflamatórias como interleucina (IL)-6, IL-1, fator de necrose tumoral (TNF)- α , elevam a concentração sérica de glicocorticoides e de catecolaminas e reduzem a concentração de hormônios sexuais e de GH, ocasionando menor síntese proteica e maior degradação proteica, reduzindo a massa e força musculares. Um estudo mostrou que o aumento da concentração plasmática de TNF- α e IL-6 reduz a força de preensão palmar em 1,2 a 1,3 kg e 1,1 a 2,4 kg, respectivamente. Tal fato está relacionado à proteólise muscular induzida pelo TNF- α por meio da ativação do SUP. O excesso destas citocinas e de cortisol reduz a ingestão alimentar e o peso corporal, além de favorecer o desenvolvimento da sarcopenia. Há ainda, a obesidade sarcopênica, isto é, percentual elevado de massa gorda e baixo de massa magra, outro fator associado ao aumento da concentração de cortisol e a redução da concentração de GH e testosterona, que levam ao acúmulo de gordura abdominal, catabolismo muscular e resistência à ação da insulina, mantendo uma inflamação crônica advinda da produção de biomarcadores pró-inflamatórios nos adipócitos abdominais (MALAFARINA et al., 2012).

Fragilidade é dita como uma síndrome geriátrica, com desenvolvimento e piora ao longo da vida, por meio da desordem dos sistemas e das funções corpóreas que vulnerabilizam os indivíduos, acelerando o declínio da reserva fisiológica e falhas no mecanismo homeostático comuns do envelhecimento, tornando-os susceptíveis a quedas, incapacidades, hospitalizações, má qualidade de vida e morte. Como consequência, traz impactos negativos nas dimensões físicas, cognitivas e sociais. A relação entre a sarcopenia e a fragilidade ainda é um assunto bastante estudado e discutido para entender se a fragilidade é decorrente da sarcopenia ou, se a sarcopenia é uma manifestação clínica da fragilidade. Ambas

condições são prevalentes em idosos e causam prejuízos na saúde destes, mas são clinicamente tratáveis e reversíveis (CESARI et al., 2014; CRUZ-JENTOFT et al., 2019).

Sarcopenia e fragilidade são distintas, mas possuem características físicas comuns, como o comprometimento da função física, a baixa força de preensão, a velocidade de marcha reduzida e a perda de peso. E também, a ingestão de proteína em quantidades ideais, a suplementação de vitamina D e a prática de exercício físico são alguns dos possíveis tratamentos em comum (CESARI et al., 2014; CRUZ-JENTOFT et al., 2019).

A adequada orientação nutricional representa importante pilar na redução do risco e no tratamento da sarcopenia e, nesse sentido, destaca-se a quantidade de proteína ingerida – diária e por refeição – para o máximo estímulo da síntese proteica no músculo esquelético. Estudos sugerem que a suplementação de proteínas e/ou de aminoácidos melhora o quadro da sarcopenia (HANACH; MCCULLOUGH; AVERY, 2019).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é a realização de uma revisão bibliográfica para identificação das intervenções nutricionais que visam a redução do risco e o tratamento da sarcopenia.

3. MÉTODOS

O trabalho em questão foi realizado utilizando-se de artigos com texto completo gratuitos e, seguindo os seguintes critérios:

Participantes: Estudos com humanos, com idade igual ou maior que 45 anos e que apresentam os critérios diagnósticos para sarcopenia.

Tipos de estudo: Estudos randomizados e controlados, em que a escolha dos participantes é aleatória para composição do grupo intervenção (GI) em comparação ao grupo controle (GC).

Tipos de intervenção: Estudos que utilizaram como intervenção nutricional a suplementação de proteína ou leucina ou HMB ou ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (w-3) ou vitamina D ou creatina.

Tipos de desfechos: Estudos com resultados focados nas alterações de força muscular, massa muscular e desempenho funcional.

Estratégias de pesquisa: Busca eletrônicas de artigos nas bases de dado Scielo e PubMed, cobrindo um período de 19 anos (2000-2019). Os critérios de exclusão foram: artigos com datas de publicação anteriores ao ano de 2000 ou, realizados em animais ou em indivíduos com idade menor que 45 anos. Os seguintes descritores foram utilizados: *sarcopenia, frailty, ageing, elderly, protein supplementation, leucine, HMB, omega 3, vitamin D, creatine*.

4. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Atividades	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Determinação do tema	X									
Elaboração do cronograma			X							
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Redação do projeto	X	X	X	X						
Entrega do projeto			X	X						
Redação da monografia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Entrega da monografia									X	
Apresentação para a Banca Examinadora										X

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Proteína

A sarcopenia pode ter o seu desenvolvimento advindo da subnutrição, seja por uma baixa ingestão dietética, uma biodisponibilidade de nutrientes das refeições reduzida em situações de vômito e diarreia, ou uma elevada necessidade nutricional. Fatores como fome, doenças inflamatórias e impossibilidade de comer estão associadas com as causas desta doença (CRUZ-JENTOFT et al., 2019).

A ingestão proteica e a suplementação de leucina têm influência na atenuação ou reversão do desenvolvimento da sarcopenia por meio do estímulo da síntese proteica muscular e do aumento da resposta anabólica à ingestão de proteína, respectivamente (GRAY e MITTENDORFER, 2018). Nos adultos mais

velhos, a diminuição da ingestão proteica – devido às doenças agudas e crônicas, aos medicamentos, à mobilidade, apetite e mastigação, percepção de sabor e odor comprometidos, às condições socioeconômicas e de isolamento social e, ao esvaziamento gástrico mais lento – é um fator de risco para o surgimento da sarcopenia. Em caso de ingestão proteica abaixo do recomendado, a suplementação de aminoácidos, como a leucina, e de seu metabólito, o ácido β -hidróxi- β -metilbutírico (HMB), deve ser associada à prática de exercícios físicos que estimulam a resposta anabólica muscular (LOCHLAINN; BOWYER; STEVES, 2018).

A realização de pesquisas, segundo os critérios apresentados, que utilizaram a suplementação de proteína como forma de intervenção, resultou em 9 estudos com algumas características em comum: participantes do sexo masculino e feminino, com idade igual ou maior que 60 anos e, alguns com mobilidade limitada, outros com subnutrição ou obesidade. Em grande parte dos estudos encontrados, a suplementação de proteína esteve associada à suplementação de vitamina D.

Em 2015, Bauer et al. reportaram resultados positivos na força de preensão palmar, na *performance* física, na massa muscular apendicular (AMM) e na função dos membros das extremidades inferiores de idosos sarcopênicos e com mobilidade limitada após intervenção nutricional com 20 g de proteína do soro do leite, 3 g de leucina e 800 UI de vitamina D, 2 vezes ao dia, por 13 semanas. Em 2016, tanto Cramer et al. quanto Mólnar et al. verificaram aumento da força de preensão palmar, da velocidade de marcha e da qualidade muscular, além de aumento significativo da força muscular, em idosos sarcopênicos suplementados com 20 g de proteína, 499 UI de vitamina D₃ e 1,5 g de CaHMB, 2 vezes ao dia, por 24 semanas no primeiro estudo e, 20 g de proteína do soro do leite, 10 g da mistura de aminoácidos essenciais, 3 g de leucina e 800 UI de vitamina D, por 3 meses no segundo estudo. E ainda, Rondanelli et al. observaram que a suplementação de 22 g de proteína do soro do leite e 100 UI de vitamina D₃, por 12 semanas, somada à prática de atividade física também possui benefícios como o aumento da concentração sérica de IGF-1 e a redução da concentração sérica de proteína C reativa (PCR), sendo este último um biomarcador inflamatório.

Yamada et al (2019) e Zhu et al (2019) associaram a suplementação 10 g de proteína e 800 UI de vitamina D, por 12 semanas no primeiro estudo e, 8,61 g de

proteína, 1,21 g de HMB, 130 UI de vitamina D e 0,29 g de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3, 2 vezes ao dia, por 12 semanas no segundo estudo, juntamente com a prática de exercício físico em idosos sarcopênicos, que levou a uma melhora da qualidade e da força musculares. Similarmente, Kemmler et al (2017) utilizaram a eletroestimulação muscular somada a suplementação de 80 g de proteína do soro do leite, 9 g leucina, 57 g de aminoácidos essenciais e 800 UI de vitamina D₃, por 16 semanas, como tipo de intervenção em idosos sarcopênicos e obesos que resultou em aumento significativo do índice de massa muscular esquelética e da força de preensão palmar.

Outros estudos, como o de Maltais et al. (2016), mostrou os efeitos positivos da suplementação de bebida à base de soja enriquecida com aminoácidos essenciais (3,5 g de leucina) em pó, leite de vaca e leite de arroz em indivíduos sarcopênicos em relação à massa e força musculares, sendo que apenas o primeiro tipo de leite obteve sucesso na melhora da capacidade física destes indivíduos. Aléman-Mateo et al (2012) evidenciaram tendência de aumento da força muscular em indivíduos sarcopênicos que consumiam diariamente 210 g de ricota somada à dieta habitual.

A alimentação caracterizada por uma ingestão de quantidades adequadas de proteínas é importante para o fornecimento de aminoácidos essenciais e o estímulo da síntese proteica. Indivíduos mais velhos costumam ter risco maior de ingestão de quantidades insuficientes de proteína e, esta redução de ingestão proteica resulta em prejuízos na massa e na força musculares. A redução do risco de complicações pós-operatórias e do tempo de reabilitação após uma doença aguda e, o aumento da densidade mineral óssea estão relacionados à ingestão aumentada de proteínas. Estudos mostraram que a recomendação atual de ingestão de proteína de 0,80 g/kg/dia não é suficiente para a preservação da massa e da qualidade musculares em idosos. O *European Society for Clinical Nutrition and Metabolism* (ESPEN) recomenda uma quantidade de 1,0 a 1,2 g/kg/dia de proteína para indivíduos saudáveis e idosos para preservar os músculos, diminuindo a perda de massa muscular (LANDI et al., 2016; LYNCH e KOOPMAN, 2018; NASEEB e VOLPE, 2017).

A ingestão de elevadas quantidades de proteína está associada com menores taxas de perda de massa e força musculares e de perda óssea, resultando em maior densidade óssea. Em adultos mais velhos, a presença de quantidades reduzidas de proteína acentua a resistência anabólica, por isso, recomenda-se a ingestão de 0,4 g/kg/refeição de proteína para o estímulo máximo da síntese proteica muscular. A recomendação de ingestão de 25 a 30 g de proteína de alta qualidade em cada refeição, contendo 2,5 g de leucina, está associada com menor perda de massa muscular relacionado ao avançar da idade (BAUER et al., 2013; PHILLIPS, 2015).

Estudos mostraram que a síntese proteica muscular é estimulada pelo consumo de carnes magras ricas em proteína com, aproximadamente, 30 a 35 g de proteína em uma porção de 113 a 170 g de carne (MCGLORY et al., 2018). A recomendação de ingestão proteica em adultos mais velhos deve considerar a fonte proteica e o tempo de sua ingestão – após a realização de treinamentos de resistência – além da necessidade de suplementação de aminoácidos em determinados casos para que a absorção proteica seja eficiente (BAUER et al., 2013).

5.2 Leucina

A leucina é um aminoácido de cadeia ramificada, nutricionalmente classificado como indispensável, o qual atua como secretagogo de insulina e, desse modo, pode favorecer o estímulo da síntese proteica muscular. A suplementação de leucina afeta positivamente o metabolismo muscular de idosos, aumentando a resposta anabólica muscular quando ingerida em quantidades mínimas de 2,5 g a 2,8 g por refeição e, preservando a função e a massa musculares (BAUER et al., 2013; LANDI et al., 2016).

O anabolismo do músculo esquelético é influenciado pela leucina, por meio da ativação da via de sinalização da proteína designada alvo da rapamicina em mamíferos (mTOR), que favorece a síntese proteica. A leucina proveniente da ingestão de proteínas ou na sua forma isolada é incorporada no lisossomo, ativando-o, para início da colocação do lisossomo com o mTORC1. Com isso, o sinal de detecção de aminoácidos é transduzido da proteína de membrana lisossômica

ATPase vacuolar (v-ATPase) para Rag GTPases, induzindo a ligação das proteínas Regulator com o mTORC1. Por meio desta interação lisossomo-mTORC1, a atividade do mTORC1 quinase é estimulada pela proteína Ras homólogo enriquecido no cérebro (Rheb), resultando em fosforilação da proteína ribossomal S6 quinase B1 (S6K1) e, assim, da fosforilação da proteína ribossomal S6 (rpS6), favorecendo o início da tradução e a inibição da ligação do fator de alongamento eucariótico 2 (eEF2) ao ribossomo para a tradução proteica. Além disso, a fosforilação do mTORC1 resulta em fosforilação da proteína 1 de ligação ao fator de iniciação da tradução eucariótica 4E (4EBP1) para liberação do fator de iniciação de tradução eucariótica 4E (eIF-4E) e formação do fator de iniciação eucariótica 4F (eIF-4F), ativando o início da tradução (BORACK e VOLPI, 2016).

A realização de pesquisas, segundo os critérios apresentados, de estudos que utilizaram a suplementação de leucina como forma de intervenção, resultou em 3 estudos com algumas características em comum: participantes do sexo masculino e feminino, com idade igual ou maior que 65 anos.

Em 2012, Kim et al. verificaram o efeito da suplementação de aminoácidos essenciais em idosas sarcopênicas em comparação com uma dieta habitual. Quando a suplementação esteve associada com a prática de exercício físico, houve aumento de massa muscular apendicular, da força muscular e da velocidade de marcha. Já em 2016, Kim et al. suplementaram idosas obesas e sarcopênicas com 3 g de leucina, 800 UI de vitamina D e chá fortificado com 540 mg de catequina, diariamente por 3 meses, em um dos grupos de intervenção, que resultou na melhora da força muscular, da função física e da gordura corporal, além dos níveis de vitamina D e dos componentes sanguíneos. Yoshimura et al (2016) mostraram que a suplementação de 2,5 g de aminoácidos ramificados, por 2 a 6 meses, concomitantemente ao treinamento de resistência de idosos com massa muscular reduzida tem efeito positivo na síntese proteica muscular, resultando em melhora da massa muscular e da execução de atividades da vida diária.

Estudos mostraram o papel da suplementação de 8g de aminoácidos essenciais, contendo 2,5 g de leucina, 1,3 g de lisina, 1,25 g de isoleucina, 1,25 g de valina, 0,7 g de treonina, 0,3 g de cisteína, 0,3 g de histidina, 0,2 g de fenilalanina, 0,1 g de metionina, 0,06 g de tirosina e 0,04 g de triptofano, por 16 meses, na

redução da concentração sérica de TNF- α e do aumento da concentração sérica de IGF-1, cujo fato influenciou na massa magra, na resistência à insulina e nos índices de inflamação, como o TNF- α (MALAFARINA, 2012). No envelhecimento muscular, a alimentação associada à adição de leucina favorece a síntese proteica muscular (PADDON-JONES; RASMUSSEN, 2009).

5.3 Ácido beta-hidroxi-beta-metilbutírico (HMB)

O ácido β -hidróxi- β -metilbutírico (HMB) é um metabólico da leucina sintetizado no fígado, a partir do processo de transaminação reversível da leucina em ácido α -cetoisocaproato (KIC) no músculo esquelético e, do KIC em HMB. Utilizado como suplemento ergogênico, seus benefícios mais conhecidos são o aumento da massa e da força musculares associado à prática de exercício físico. A ativação da via de sinalização do mTOR e atenuação da via do sistema ubiquitina-proteassoma por meio da ingestão do HMB favorece o aumento do balanço proteico muscular. Estudos mostraram que existe associação entre o HMB e a redução da atividade dos fatores de transcrição NF- κ B e FOXO, melhora na liberação de cálcio sarcoplasmático e aumento da biogênese mitocondrial no exercício físico. O Ca-HMB é a forma mais utilizada na suplementação para melhora na força, funcionalidade e qualidade do músculo. Como exemplo, a força e qualidade musculares da perna de idosos desnutridos com sarcopenia (ENGELEN e DEUTZ, 2018).

Estudos revelaram que o HMB tem mecanismos anti-catabólicos que atuam sobre a síntese proteica, além de modular a degradação proteica e estabilizar a membrana celular muscular. A suplementação de HMB associada a aminoácidos e a prática de exercícios de resistência resulta em menores perdas no músculo esquelético e, assim, em melhoras na massa, força e função musculares, além de aumento da fosforilação da proteína ribossomal S6 quinase beta-1 (p70S6K1) e da 4EBP1. A suplementação de HMB é um possível método novo para o combate à sarcopenia, mas ainda são necessários mais estudos que confirmem a dosagem e os efeitos desta, com ou sem outros aminoácidos (PHILLIPS, 2015; LANDI et al., 2016).

A realização de pesquisas, segundo os critérios apresentados, de estudos que utilizaram a suplementação de HMB como forma de intervenção, resultou em 1 estudo com as seguintes características: participantes do sexo masculino e feminino, com idade igual ou maior que 65 anos; suplementação de HMB associada à proteína e à vitamina D.

Em 2016, Cramer et al. estudaram o efeito de um suplemento nutricional oral com 20 g de proteína, 499 UI de vitamina D e 1,5 g de CaHMB, por 24 semanas, em homens e mulheres idosos sarcopênicos e subnutridos que resultou em melhora na força e na qualidade musculares destes indivíduos. Em 2017, Malafarina et al. observaram a ação de um suplemento nutricional enriquecido com 0,7 g de CaHMB, 227 mg de cálcio (Ca) e 227 UI de vitamina D em idosos com fratura de quadril e com critérios de sarcopenia segundo o EWGSOP. Esta suplementação ocasionou em efeitos benéficos na massa muscular e na recuperação funcional, sendo um possível fator para redução do risco de desenvolvimento da sarcopenia.

5.4 Vitamina D

A vitamina D tem como uma das suas funções a proliferação e diferenciação de diversas células, sendo o calcitriol ou $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ a sua forma ativa. A deficiência desta vitamina leva em consideração fatores como a biodisponibilidade e a sua ligação à proteína de ligação de vitamina D (VDBP) e, resulta em inflamação, depressão, neurodegeneração, risco cardiovascular e de câncer, estresse oxidativo, disfunção mitocondrial, fraqueza do músculo esquelético e, eventualmente, desenvolvimento de atrofia muscular. Sabe-se que o $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ é regulado pelas enzimas CYP24A1 e CYP27B1, principalmente no fígado, sendo que este último favorece a conversão de $25(\text{OH})\text{D}_3$ em $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ e é influenciado pelo paratormônio (PTH) e por níveis baixos de cálcio e de fosfato. Nas células musculares, pode-se encontrar um estoque de $25(\text{OH})\text{D}_3$ que é retido quando este se liga com a VDBP. No processo de envelhecimento, há maiores riscos de fraqueza muscular e de desenvolvimento da sarcopenia devido a redução dos níveis séricos de $25(\text{OH})\text{D}_3$, da expressão do receptor de vitamina D (VDR) nas células musculares e dos níveis de testosterona. O VDR é uma proteína que faz ligação com a forma ativa da vitamina D, mediando as suas funções biológicas. A

suplementação de vitamina D pode ser vantajoso para reduzir a produção de espécies reativas de oxigênio (ERO), além de melhorar a expressão gênica do VDR, da função mitocondrial e do conteúdo proteico, para que não haja atrofia muscular (DZIK e KACZOR, 2019).

A realização de pesquisas, segundo os critérios apresentados, de estudos que utilizaram a suplementação de vitamina D como forma de intervenção, resultou em 2 estudos com algumas características em comum: participantes do sexo masculino e feminino, com idade igual ou maior que 65 anos; suplementação de vitamina D associada com proteína e aminoácidos.

Em 2018, Verlaan et al. estudaram a relação de idosos sarcopênicos, com baixa massa muscular e função física limitada e, a suplementação de 800 UI de vitamina D e aminoácidos. Esta intervenção resultou em melhora da *performance* física e aumentos significativos na força de preensão palmar, na massa muscular apendicular (AMM) e no índice de massa muscular esquelética (SMI) em indivíduos que, inicialmente, já haviam altas concentrações de ingestão de proteína e de calcifediol, também conhecido como 25(OH)D, um pré-hormônio que é convertido, no rim, em $1\alpha,25(\text{OH})_2\text{D}_3$. Em 2019, Takeuchi et al. verificaram que idosos sarcopênicos com a ingestão alimentar reduzida podem ter a sua massa muscular e função física preservada por meio da suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada e de 12,5 µg ou 500 UI de vitamina D em conjunto com um treinamento de resistência de baixa intensidade. Entre outros benefícios dessa intervenção, estão o aumento da concentração sérica de albumina, do estado nutricional e da força e da massa musculares.

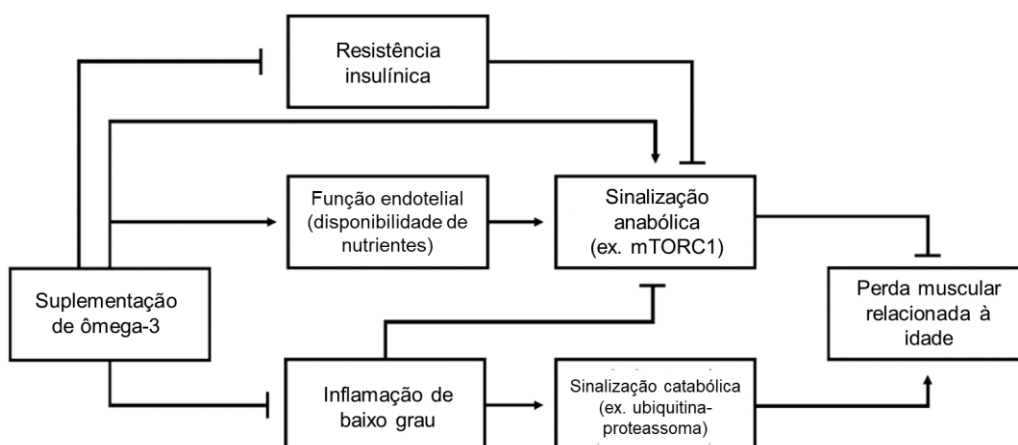
A saúde muscular sofre influência da vitamina D, já que a sua deficiência pode resultar em osteomalácia, problemas nos músculos dos membros inferiores e miopatia proximal caracterizada por perda de fibras musculares do tipo 2, quadro semelhante ao que acontece na sarcopenia. A suplementação de vitamina D, em indivíduos mais vulneráveis e com baixos níveis iniciais de vitamina D, atua nos ossos e nos músculos, levando a efeitos benéficos na função muscular ao reduzir o risco de quedas e de fraturas osteoporóticas. Esta suplementação é um potencial método para o tratamento da sarcopenia, mas são necessários mais estudos para

evidenciar e compreender o seu papel e os seus mecanismos de ação na sarcopenia (ARIK e ULGER, 2016).

5.5 Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 (EPA e DHA)

Os ácidos graxos ômega-3 são ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) utilizados como substratos no metabolismo lipídico para produção de moléculas sinalizadoras e para modulação da membrana celular e suas propriedades biofísicas. O ácido alfa-linolênico (ALA), o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosahexaenoico (DHA) são os principais PUFA, sendo que o EPA e o DHA encontrados em peixes que vivem em águas frias, como por exemplo, salmão, truta e cavalinha. EPA e DHA apresentam propriedades anti-inflamatórias que resultam em menor risco cardiovascular e atenuação do quadro de inflamação crônica e de baixo grau presente na sarcopenia. Estudos evidenciam que a suplementação de ômega-3 pode ser um fator favorável a prevenção da sarcopenia devido a ativação do alvo mamífero da rapamicina (mTOR), a redução da resistência à insulina e a ação anti-inflamatória como observado na Figura 2 (PHILLIPS, 2015; DUPONT et al., 2019).

Figura 2. Efeitos da suplementação de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 em parâmetros relacionados à sarcopenia



Fonte: DUPONT et al., 2019.

A suplementação de, aproximadamente, 2 g/dia de EPA/DHA, pode levar a melhoras na massa e função musculares e, na síntese proteica muscular, concomitantemente a fosforilação do mTOR-p70S6K1, aumentando a força muscular. Entretanto, mais estudos são necessários para maior consistência dos dados (PHILLIPS, 2015; GRAY e MITTENDORFER, 2018).

A realização de pesquisas, segundo os critérios apresentados, de estudos que utilizaram a suplementação de vitamina D como forma de intervenção, resultou em 1 estudo com as seguintes características: participantes do sexo masculino e feminino, com idade igual ou maior que 65 anos; suplementação de ômega-3 associada com proteína, HMB e vitamina D.

Zhu et al. (2019) realizaram um estudo randomizado e controlado em idosos com idade igual ou superior a 65 anos, sarcopênicos, participantes de um programa para a prática de exercícios físicos e suplementados com 0,29 g de ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 associado a 8,61 g de proteína, 1,21 g de HMB e 130 UI de vitamina D, por 12 semanas. Em comparação com o grupo controle sujeito a uma dieta habitual, o grupo de intervenção apresentou aumento da massa muscular apendicular, mas este aumento não se manteve após o período de 24 semanas.

5.6 Creatina

Com relação a suplementação de creatina, não foram encontrados estudos que estivessem dentro dos critérios estabelecidos.

5.7 Sarcopenia e exercício de força

Os indivíduos idosos estão mais susceptíveis aos problemas relacionados à idade, mas podem ter maior independência e mobilidade, melhores funções físicas e mentais e, menores riscos a doenças e a fragilidade através da prática regular de atividade física. O envelhecimento saudável reduz os riscos do surgimento de doenças metabólicas e cardiovasculares, deficiências cognitivas, obesidade, osteoporose, fraqueza muscular e quedas. Isto se deve a melhoras na coordenação de movimentos do sistema neuromuscular, na distribuição de oxigênio e nutrientes

pelo sistema cardiopulmonar e, nos processos metabólicos de regulação da glicose e dos ácidos graxos, resultando em um controle mais efetivo da pressão sanguínea, do colesterol e da circunferência de cintura por meio da oxidação de ácidos graxos aumentada. E também, a manutenção da função e da quantidade de neurônios motores periféricos que controlam os músculos das pernas por meio da atividade física regular fortalecem os ossos e a densidade mineral, reduzindo quedas e fraturas (MCPHEE; JACKSON; PENDLETON, 2016).

Estudos mostraram que os exercícios aeróbicos e de resistência têm efeitos benéficos para pacientes em pré-diálise e diálise, como a melhora da força e da performance física, além de redução da fadiga e dos marcadores inflamatórios IL-6 e proteína C reativa que são causas da perda da massa muscular. Entretanto, pessoas em situação de doença renal crônica (DRC) e de diálise têm maior tendência ao nível reduzido de atividade física ou à inatividade física, estando assim, propícias à perda de proteínas musculares e à atrofia muscular (SOUZA et al., 2015).

Na sarcopenia, há a presença de perda e de atrofia das fibras musculares do tipo 2. Esta situação pode ser revertida com a prática do treinamento de resistência, independentemente desta ser com menos carga e mais repetições ou com mais carga e menos repetições. Desse modo, a síntese proteica muscular, por meio da via de sinalização do mTORC1-p70S6K1, que é estimulada por este tipo de treinamento, promove melhoras na *performance* funcional e nas massa e força musculares (PHILLIPS, 2015).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas e os estudos acerca das intervenções nutricionais em indivíduos com diagnóstico de sarcopenia ainda são escassas. A importância de se aprofundar os estudos sobre a sarcopenia e as intervenções nutricionais para a sua redução de risco e ao seu tratamento é decorrente do crescente aumento de sua prevalência, tornando-a um problema de saúde pública. A sarcopenia é uma doença muscular caracterizada pela perda progressiva de massa e força musculares. Este quadro decorrente de sua etiologia multifatorial, como o processo de envelhecimento e/ou a presença de doenças, do estilo de vida sedentário e da baixa ingestão proteica e

energética, assim como a ausência da prática de atividade física, pode ser influenciado pelas intervenções nutricionais na redução do risco e no tratamento da sarcopenia. Dentre estas estratégias de intervenção, está a tentativa de aumento da ingestão energética e de proteínas contendo aminoácidos. Os idosos, ao passarem pelo processo de envelhecimento, tendem a ter a diminuição no consumo de alimentos devido à falta de apetite e à dificuldade de mastigação, por exemplo. Estes quando comparados com indivíduos mais jovens, necessitam de maior quantidade de proteína para a promoção do estímulo à síntese proteica muscular. Isto se deve à maior resistência anabólica ao estímulo anabólico, como por exemplo, a ingestão de proteínas em uma refeição.

7. CONCLUSÃO

Após a realização das pesquisas segundo os critérios estabelecidos, observou-se que a suplementação de 20 g de proteína e/ou de 2,5 a 3,0 g de leucina e/ou de 0,7 a 1,5 g de CaHMB e/ou de 500 a 800 UI de vitamina D e/ou de 0,29 g de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 foram as quantidades necessárias para a redução do risco e o tratamento da sarcopenia em indivíduos com critérios diagnósticos para esta doença. E também, a prática de atividades físicas é benéfica aos indivíduos idosos ao favorecer um envelhecimento saudável e com qualidade de vida. Em caso de suplementação nutricional, esta deve estar associada à prática de atividades físicas para melhores resultados nos desfechos estudados.

8. IMPLICAÇÕES PARA A PRÁTICA NO CAMPO DE ATUAÇÃO

O nutricionista é um profissional da saúde que tem a possibilidade de ter um contato mais próximo com o indivíduo, no caso, um indivíduo com critérios de diagnóstico de sarcopenia. Por meio dos conhecimentos teóricos e práticos adquiridos durante a sua formação, é necessário ressaltar a importância de se considerar o indivíduo em sua integralidade, encontrando as estratégias mais adequadas para o estímulo a uma ingestão alimentar e proteica em quantidades adequadas para o suprimento de suas necessidades, já que os idosos tendem a ter perda de apetite e problemas de mastigação. A comensalidade e o consumo de

preparações culinárias que apeteçam este indivíduo, seja por memórias afetivas ou por hábitos e preferências alimentares, são algumas das estratégias que poderiam ser utilizadas. E quando necessário, introduzir a suplementação nutricional junto com a dieta habitual balanceada nutricionalmente para o tratamento e a redução do risco de sarcopenia, considerando os aspectos socioeconômicos do paciente. Além disso, estimular o indivíduo a encaixar em sua rotina a prática de atividade física, como por exemplo, a realização de caminhadas e corridas em um parque ou uma praça próxima ao local onde mora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agosta L. et al. Polypharmacy and sarcopenia in hospitalized older patients: results of the GLISTEN study. *Aging Clinical and Experimental Research*, v. 31, n. 4, p. 557-559, abr 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40520-019-01136-3>. Acesso em: 22 mai 2019.

Aléman-Mateo H. et al. Physiological effects beyond the significant gain in muscle mass in sarcopenia elderly men: evidence from a randomized clinical trial using a protein-rich food. *Clin Interv Aging*, v. 7, p. 225-234, jul 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3410682/>. Acesso em: 08 ago 2019.

Arik G, Ulger Z. Vitamin D in sarcopenia: understanding its role in pathogenesis, prevention and treatment. *European Geriatric Medicine*, v. 7, n. 3, p. 207-213, jun 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878764915002351>. Acesso em: 25 set 2019.

Bauer J. et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE study group. *Jamda*, v. 14, n. 8, p. 542-559, ago 2013. Disponível em: [https://www.jamda.com/article/S1525-8610\(13\)00326-5/fulltext](https://www.jamda.com/article/S1525-8610(13)00326-5/fulltext). Acesso em: 03 ago 2019.

Borack MS, Volpi E. Efficacy and Safety of Leucine Supplementation in the Elderly. *J Nutr*, v. 146, n. 12, p. 2625S-2629S, dez 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5118760/>. Acesso em: 18 jul 2019.

Breen L, Phillips SM. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: interventions to counteract the 'anabolic resistance' of ageing. *Nutr Metab (Lond)*, v. 8, n. 68, out 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3201893/>. Acesso em 22 out 2019.

Candow, DG. Sarcopenia: current theories and the potential beneficial effect of creatine application strategies. *Biogerontology*, v. 12, n. 4, p. 273-281, ago 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10522-011-9327-6>. Acesso em 23 set 2019.

Cesari M. et al. Sarcopenia and Physical Frailty: Two Sides of the Same Coin. *Frontiers in Aging Neuroscience*, v. 6, n. 192, jul 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4112807/>. Acesso em: 16 abr 2019.

Cramer JT. et al. Impacts of high-protein oral nutritional supplements among malnourished men and women with sarcopenia: a multicenter, randomized, double-blinded, controlled trial. *Jamda*, v. 17, n. 11, p. 1044-1055, nov 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1525861016303619?via%3Dihub>. Acesso em: 07 mai 2019.

Cruz-Jentoft AJ. et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, v. 39, n. 4, p. 412-423, jul 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20392703>. Acesso em 29 mar 2019.

Cruz-Jentoft AJ. et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2) and the Extended Group for EWGSOP2. *Age and Ageing*, v. 48, n. 1, p. 16-31, jan 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30312372>. Acesso em: 29 mar 2019.

Dupont J. et al. The role of omega-3 in the prevention and treatment of sarcopenia. *Aging Clin Exp Res*, v. 31, n. 6, p. 825-836, fev 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6583677/>. Acesso em: 24 set 2019.

Dzik KP, Kaczor JJ. Mechanisms of vitamin D on skeletal muscle function: oxidative stress, energy metabolism and anabolic state. *European Journal of Applied Physiology*, v. 119, n. 4, p. 825-839, abr 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30830277>. Acesso em: 01 abr 2019.

Engelen MPKJ, Deutz N. Is β -hydroxy β -methylbutyrate an effective anabolic agent to improve outcome in older diseased populations? *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, v. 21, n. 3, p. 207-213, mai 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29406417>. Acesso em: 21 abr 2019.

Granic A, Sayer AA, Robinson SM. Dietary Patterns, Skeletal Muscle Health, and Sarcopenia in Older Adults. *Nutrients*, v. 11, n. 4, e745, mar 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/4/745/htm>. Acesso em 16 abr 2019.

Gray SR, Mittendorfer B. Fish oil-derived n-3 polyunsaturated fatty acids for the prevention and treatment of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, v. 21, n. 2, p. 104-109, mar 2018. Disponível em: https://journals.lww.com/co-clinicalnutrition/fulltext/2018/03000/Fish_oil_derived_n_3_polyunsaturated_fatty_acid_s.7.aspx. Acesso em: 24 set 2019.

Hanach NI, McCullough, F, Avery A. The Impact of Dairy Protein Intake on Muscle Mass, Muscle Strength, and Physical Performance in Middle-Aged to Older Adults with or without Existing Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Nutrition*, v. 10, n. 1, p. 59-69, jan 2019. Disponível: <https://academic.oup.com/advances/article-abstract/10/1/59/5280619?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 20 mai 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Mudanças Demográficas no Brasil no Início do Século XXI: Subsídios para as Projeções da População. Estudos e Análises: informação demográfica e socioeconômica, Rio de Janeiro, n. 3, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv93322.pdf>. Acesso em: 16 abr 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Estudos e Pesquisas: informação demográfica e socioeconômica, Rio de Janeiro, n. 27, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45700.pdf>. Acesso em: 16 abr 2019.

Kemmler W. et al. Whole-body electromyostimulation and protein supplementation favorably affect sarcopenia obesity in community-dwelling older men at risk: the randomized controlled FranSO study. *Clin Interv Aging*, v. 12, p. 1503-1513, set 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5624743/>. Acesso em: 08 ago 2019.

Kim HK. et al. Effects of exercise and amino acids supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese

sarcopenic women: a randomized controlled trial. J Am Geriatr Soc., v. 60, n. 1, p. 16-23, jan 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1532-5415.2011.03776.x>. Acesso em: 30 jul 2019.

Kim HK. et al. Exercise and nutritional supplementation on community-dwelling elderly Japanese women with sarcopenic obesity: a randomized controlled trial. J Am Med Dir Assoc., v. 17, n. 11, p. 1011-1019, nov 2016. Disponível em: [https://www.jamda.com/article/S1525-8610\(16\)30234-1/fulltext](https://www.jamda.com/article/S1525-8610(16)30234-1/fulltext). Acesso em: 05 ago 2019.

Kortebein P. et al. Functional impact of 10 days of bed rest in healthy older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, v. 63, n. 10, p. 1076-1081, out 2008. Disponível em: <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article/63/10/1076/559225>. Acesso em: 01 jun 2019.

Kraut JA, Madias NE. Adverse effects of the Metabolic Acidosis of Chronic Kidney Disease. Advances in Chronic Kidney Diseases, v. 24, n. 5, p. 289-297, set 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1548559517300939?via%3Dihub>. Acesso em: 27 mai 2019.

Landi F. et al. Protein Intake and Muscle Health in Old Age: From Biological Plausibility to Clinical Evidence. Nutrients, v. 8, n. 5, mai 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4882708/>. Acesso em: 16 jul 2019.

Lochlainn MN, Bowyer RCE, Steves CJ. Dietary protein and muscle in aging people: the potential role of the gut microbiome. Nutrients, v. 10, n. 7, jul 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6073774/>. Acesso em: 23 set 2019.

Lynch GS, Koopman R. Dietary meat and protection against sarcopenia. Meat Science, v. 144, p. 180-185, out 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174018305187?via%3Dihub>. Acesso em: 16 jul 2019.

Malafarina V. et al. Effectiveness of nutritional supplementation on sarcopenia and recovery in hip fracture patients. A multi-centre randomized trial. Maturitas, v. 101, p. 42-50, jul 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378512216303437?via%3Dihub>. Acesso em: 14 out 2019.

Malafarina V. et al. Sarcopenia in the elderly: Diagnosis, physiopathology and treatment. *Maturitas*, v. 71, n. 2, p. 10-114, feb 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378512211003975?via%3Dihub>. Acesso em: 24 mai 2019.

Maltais ML, Ladouceur JP, Dionne IJ. The effect of resistance training and different sources of postexercise protein supplementation on muscle mass and physical capacity in sarcopenic elderly men. *J Strength Cond Res.*, v. 30, n. 6, p. 1680-1687, jun 2016. Disponível em: https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2016/06000/The_Effect_of_Resistance_Training_and_Different.25.aspx. Acesso em: 03 ago 2019.

McPhee JS, Jackson D, Pendleton N. Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology*, v. 17, n. 3, p. 567-580, mar 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4889622/>. Acesso em: 16 abr 2019.

McGlory C. et al. The impact of exercise and nutrition on the regulation of skeletal muscle mass. *The Journal of Physiology*, v. 597, n. 5, p. 1-8, jul 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326420921_The_impact_of_exercise_and_nutrition_in_the_regulation_of_skeletal_muscle_mass. Acesso em 16 jul 2019.

Mólnar A. et al. Special nutrition intervention is required for muscle protective efficacy of physical exercise in elderly people at highest risk of sarcopenia. *Physiology International*, v. 103, n. 3, p. 368-376, 2016. Disponível em: https://akademai.com/doi/full/10.1556/2060.103.2016.3.12?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed&. Acesso em: 07 mai 2019.

Naseeb MA, Volpe SL. Protein and exercise in the prevention of sarcopenia and aging. *Nutrition Research*, v. 40, p. 1-20, abr 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0271531717300246>. Acesso em: 16 jul 2019.

Paddon-Jones D, Rasmussen BB. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia: protein, amino acid metabolism and therapy. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, v. 12, n. 1, p. 86-90, jan 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2760315/>. Acesso em: 21 set 2019.

Pelegrini A. et al. Sarcopenia: prevalence and associated factors among elderly from a Brazilian capital. *Fisioter. Mov.*, Curitiba, v. 31, e003102, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-51502018000100201&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 abr 2019.

Phillips SM. Nutritional supplements in support of resistance exercise to counter age-related sarcopenia. *Advances in Nutrition*, v. 6, n. 4, p. 452-460, jul 2015. Disponível em: <https://academic.oup.com/advances/article/6/4/452/4568676>. Acesso em: 08 ago 2019.

Rondanelli M. et al. Whey protein, amino acids, and vitamin D supplementation with physical activity increases fat-free mass and strength, functionality, and quality of life and decreases inflammation in sarcopenic elderly. *Am J Clin Nutr*, v. 103, n. 3, p. 830-840, mar 2016. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article/103/3/830/4629734>. Acesso em: 13 mai 2019.

Smoliner C, Sieber CC, Wirth R. Prevalence of Sarcopenia in Geriatric Hospitalized Patients. *Jamda*, v. 15, n. 4, p. 267-272, abr 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1525861013006695>. Acesso em: 21 mai 2019.

Souza VA de. et al. Sarcopenia na doença renal crônica. *J. Bras. Nefrol.*, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 98-105, mar 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-28002015000100098&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 mar 2019.

Takeuchi I. et al. Effects of branched-chain amino acids and vitamin D supplementation on physical function, muscle mass and strength, and nutritional status in sarcopenic older adults undergoing hospital-based rehabilitation: A multicenter randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int*, v. 19, n. 1, p. 12-17, jan 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ggi.13547>. Acesso em: 10 jun 2019.

Verlaan S. et al. Sufficient levels of 25-hydroxyvitamin D and protein intake required to increase muscle mass in sarcopenic older adults – The PROVIDE study. *Clinical Nutrition*, v. 37, n. 2, p. 551-557, abr 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261561417300109?via%3Dihub>. Acesso em: 01 ago 2019.

Walrand S. et al. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, v. 27, n. 3, p. 365-385, ago 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749069011000188?via%3Dihub>. Acesso em: 26 mai 2019.

Wilkinson DJ. et al. Impact of the calcium form of b-hydroxy-b-methylbutyrate upon human skeletal muscle protein metabolism. *Clinical Nutrition*, v. 37, n. 6, p. 2068-2075, 2017. Disponível em: [https://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261-5614\(17\)31356-0/fulltext](https://www.clinicalnutritionjournal.com/article/S0261-5614(17)31356-0/fulltext). Acesso em: 23 abr 2019.

Yamada M. et al. Synergistic effect of bodyweight resistance exercise and protein supplementation on skeletal muscle in sarcopenic or dynapenic older adults. *Geriatr Gerontol Int.*, v. 19, n. 5, p. 429-437, mai 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ggi.13643>. Acesso em 08 ago 2019.

Yoshimura Y. et al. Effects of nutritional supplements on muscle mass and activities of daily living in elderly rehabilitation patients with decreased muscle mass: a randomized controlled trial. *J Nutr Health Aging*, v. 20, n. 2, p. 185-191, feb 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12603-015-0570-4#citeas>. Acesso em: 03 ago 2018.

Zhu LY. et al. Effects of exercise and nutrition supplementation in community-dwelling older Chinese people with sarcopenia: a randomized controlled trial. *Age and Ageing*, v. 48, n. 2, p. 220-228, mar 2019. Disponível em: <https://academic.oup.com/ageing/article/48/2/220/5181560>. Acesso em: 08 ago 2019.

BIBLIOTECA DIGITAL DE TRABALHOS ACADÊMICOS – BTDA

Título do TCC: *Intervenções nutricionais relacionadas à redução do risco e ao tratamento de sarcopenia.*

Autor(es):

Nome: *ROSE MARI NUNES CHOI*

NUSP: *9341953*

Email: *rose.choi@usp.br*

Telefone: *11 98389-5428*

Nome: *MARCELO MACEDO ROGERO*

NUSP: *1506336*

Email: *mmrogero@usp.br*

Telefone: *11 30617850*

De acordo com a Resolução CoCEX-CoG nº 7497, de 09 de abril de 2018, este trabalho foi recomendado pela banca para publicação na BDTA.

A Comissão de Graduação homologa a decisão da banca examinadora, com a ciência dos autores, autorizando a Biblioteca da Faculdade de Saúde Pública da USP a inserir, em ambiente digital institucional, sem ressarcimento dos direitos autorais, o texto integral da obra acima citada, em formato PDF, a título de divulgação da produção acadêmica de graduação, gerada por esta Faculdade.

São Paulo, 02 / 12 / 2019



Prof. Dr. Ivan França Junior
Presidente da Comissão de Graduação

Recebido pela CG em: ____ / ____ / ____	por: _____
Liberado para submissão em: ____ / ____ / ____	por: _____
Recebido pela Biblioteca em: ____ / ____ / ____	por: _____
Disponível na BDTA em: ____ / ____ / ____	por: _____