

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  $\beta$ -hidróxi- $\beta$ -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- $\alpha$**  – Fator de necrose tumoral-alfa

## SUMÁRIO

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

Critérios	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 (PELEGRIINI 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 Kortebain 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; PELEGRIINI 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).

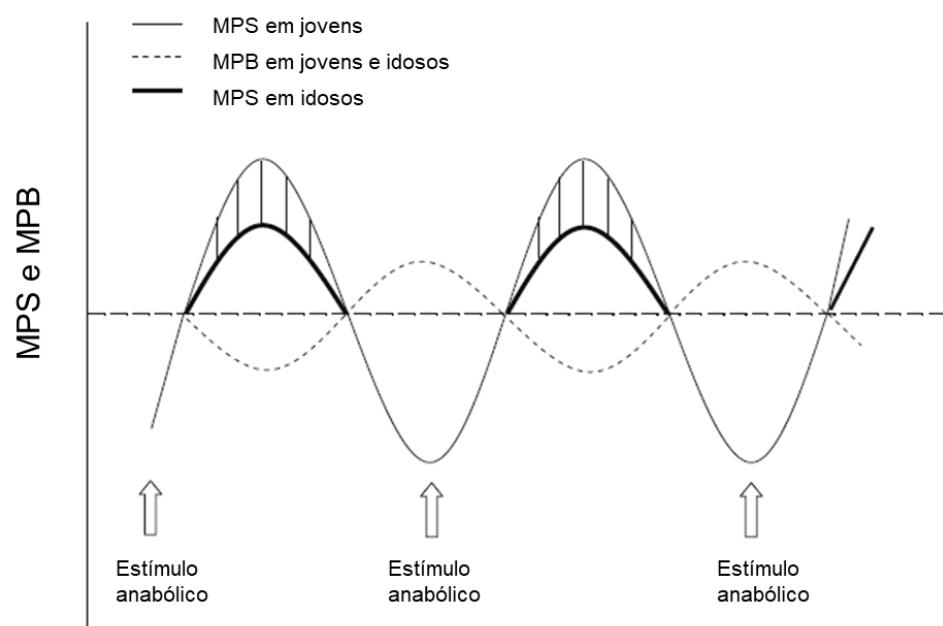
A acidose metabólica é um fator que contribui com a degradação proteica muscular e, assim, da perda de massa muscular por meio da ativação do sistema ubiquitina-proteassoma (SUP) e da caspase 3. Segundo a terceira edição do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES III), a concentração sérica de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) 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 ( $\text{HCO}_3^-$ ) (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)- $\alpha$ , 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- $\alpha$  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- $\alpha$  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 suscetíveis 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	Maio	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-JENTOFST 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  $\beta$ -hidróxi- $\beta$ -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 D<sub>3</sub> 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 D<sub>3</sub>, 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 D<sub>3</sub>, 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 colocalização 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 Ragulator 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 ribosomo 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- $\alpha$  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- $\alpha$  (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  $\beta$ -hidróxi- $\beta$ -metilbutírico (HMB) é um metabólico da leucina sintetizado no fígado, a partir do processo de transaminação reversível da leucina em ácido  $\alpha$ -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- $\kappa$ 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 melhorias 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.

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(OH)2D3. 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  $\mu$ g 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.

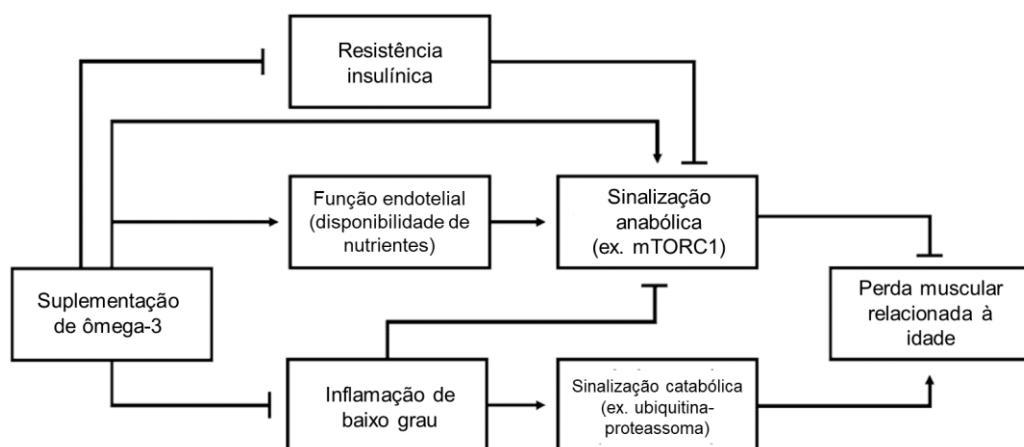
A saúde muscular sofre influência da vitamina D, já que a sua deficiência pode resultar em osteomalácia, problemas nos músculos dos membros inferiores e miopatia proximal caracterizada por perda de fibras musculares do tipo 2, quadro semelhante ao que acontece na sarcopenia. A suplementação de vitamina 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 melhorias 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 melhorias 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.aspx](https://journals.lww.com/co-clinicalnutrition/fulltext/2018/03000/Fish_oil_derived_n_3_polyunsaturated_fatty_acid.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%3Dhub>. 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%3Dhub>. 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%3Dhub>. 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](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](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://akademiai.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&](https://akademiai.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](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](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 de riscos e ao tratamento de desnutrição.*

Autor(es):

Nome: *Rebelmei Hui Lu Choi*

NUSP: *9341953*

Email: *ruose.choi@usp.br*

Telefone: *11 98389-5428*

Nome: *MARCELO MACEDO RODRIGO*

NUSP: *1506336*

Email: *mmrodrigo@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 resarcimento 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: _____