



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO  
CAMPUS BAIXADA SANTISTA



## **Efeitos da Suplementação com *Whey Protein* e da Prática de Exercícios Físicos no Músculo Esquelético de Idosos: uma Revisão da Literatura**

Aluna:

Rachel Soares Macedo Rebelo <sup>1</sup>

Orientador:

Prof. Dr. Rafael Herling Lambertucci <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Curso de Graduação em Nutrição – UNIFESP/*Campus* Baixada Santista

<sup>2</sup> Departamento de Biociências – UNIFESP/*Campus* Baixada Santista

SANTOS  
2021

**RACHEL SOARES MACEDO REBELO**

**Efeitos da Suplementação com Whey Protein e da Prática de Exercícios  
Físicos no Músculo Esquelético de Idosos: uma Revisão da Literatura**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de São Paulo como parte dos  
requisitos curriculares para obtenção do título de  
Bacharel em Nutrição.

**Orientador:** Prof. Dr. Rafael Herling Lambertucci

SANTOS  
2021

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente à Deus por ter me conduzido em todos esses anos na faculdade. Sem Sua força, não seria capaz de chegar ao fim.

Agradeço aos meus familiares e principalmente à minha mãe que foi a principal pessoa que me deu condições de me manter na faculdade, me aconselhou e sempre esteve presente em todos os momentos da minha vida.

Agradeço a todos os professores da UNIFESP que de alguma forma trouxeram algo especial para o meu aprendizado. E principalmente ao meu orientador, que sempre esteve disposto a me ensinar. Sou grata pela confiança depositada em mim, pelo incentivo ao meu projeto e por me manter motivada durante todo o processo.

Ficha catalográfica elaborada por sistema  
automatizado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Rebello, Rachel Soares Macedo .

R119e Efeitos da Suplementação com Whey Protein e da  
Prática de Exercícios Físicos no Músculo Esquelético  
de Idosos: uma Revisão da Literatura. / Rachel  
Soares Macedo Rebello; Orientador Rafael Herling  
Lambertucci; Coorientador . -- Santos, 2021.  
25 p. ; 30cm

TCC (Graduação - Nutrição) -- Instituto Saúde e  
Sociedade, Universidade Federal de São Paulo, 2021.

1. Whey Protein. 2. Leucina. 3. Sarcopenia. 4.  
Dinapenia. 5. Exercício físico. I. Lambertucci,  
Rafael Herling, Orient. II. Título.

CDD 613.2

## RESUMO

O envelhecimento é capaz de promover diversas mudanças dentro e fora do organismo, especialmente alterações na composição corporal, como a perda de massa magra e a redução da força, processos conhecidos como sarcopenia e dinapenia, respectivamente. A manutenção da saúde nessa etapa da vida pode ser realizada pela adoção de hábitos saudáveis, principalmente com a manipulação da dieta e protocolos de treino individualizados que priorizem o treinamento resistido. O objetivo deste estudo foi apresentar os principais benefícios da suplementação com *whey protein* e da prática de exercícios físicos no tecido muscular esquelético de idosos, por meio de uma revisão narrativa de literatura, a partir da Biblioteca SciELO e PubMed no período de 2000 a 2020. Os resultados demonstraram que idosos se beneficiam do treinamento de força e da suplementação com *whey protein*, pois ambos os estímulos são capazes de interagir com a mesma via de sinalização para aumento de força e hipertrofia muscular, por meio do complexo mTOR.

**Palavras-chave:** sarcopenia, dinapenia, leucina, síntese proteica, mTOR.

## ABSTRACT

Aging is capable of promoting several changes inside and outside the body, especially changes in body composition, such as lean mass loss and reduced strength, known as sarcopenia and dynapenia, respectively. Maintaining health at this stage of life can be accomplished by adopting healthy habits, especially with the use of diet and individualized training protocols that prioritize resistance training. The objective of the study was to present the main benefits of this supplementation with whey protein and the practice of physical exercises in the skeletal muscle tissue of the elderly, through a review of the literature narrative, from the SciELO and PubMed Library from 2000 to 2020. The results showed that elderly people benefit from strength training and whey protein supplementation, as both stimuli are able to interact with the same signaling pathway for increased strength and muscle hypertrophy, through the mTOR complex.

**Key-words:** sarcopenia, dynapenia, leucine, protein synthesis, mTOR.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVO	8
3. METODOLOGIA	9
4. REVISÃO DA LITERATURA	10
4.1. Sarcopenia e dinapenia	10
4.2. Atividade física	11
4.3. Nutrição	13
4.4. Whey protein	14
4.5. <i>Whey Protein</i> e exercício físico	16
5. CONCLUSÕES	18
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, até 2050 a população mundial com 60 anos ou mais deverá totalizar 2 bilhões, sendo que atualmente 125 milhões de pessoas têm 80 anos ou mais. Dados também revelam que em 2020 o número de pessoas com 60 anos ou mais, ultrapassará o número de crianças menores de 5 anos (WHO, 2018).

O envelhecimento é definido como uma etapa da vida marcada por mudanças físicas e psicológicas, dependentes de características ambientais, culturais e genéticas, na presença ou ausência de condições patológicas (Falsarella, 2014).

Essa etapa da vida é caracterizada por declínio funcional progressivo nos níveis molecular, celular, tecidual e orgânico. À medida que o organismo envelhece, ele se torna frágil, e sua suscetibilidade ao desenvolvimento de doenças e de morte aumentam (Booth, 2016).

Como principais alterações decorrentes do envelhecimento, destaca-se alterações hormonais, metabólicas e funcionais, podendo-se citar: insuficiência renal, causada pela redução da resposta do hormônio antidiurético (ADH); alterações no trato gastrointestinal; imunidade reduzida; desnutrição proteica; redução da capacidade cognitiva; apneia do sono; hipertensão; acidente vascular cerebral; intolerância à glicose, entre outros. Fatores como dieta, metabolismo, atividade física e fatores psicossociais são um alguns dos principais responsáveis por essas alterações (Wells, 2006; Matsudo, 2001).

Alterações significativas na composição corporal também podem ser observadas devido à mudanças nos tecidos musculares, ósseos e adiposo. Há uma redução na massa livre de gordura (MLG), incremento da gordura corporal (MG) e diminuição da massa óssea e da água muscular, especialmente do componente intracelular. Ainda, alterações no sistema



neuromuscular podem contribuir para diminuição da força, flexibilidade, potência, velocidade e precisão dos movimentos (Falsarella, 2014; Rosa, 2012).

A perda progressiva de massa muscular em idosos é denominada sarcopenia. Seu processo se dá pela atrofia das fibras musculares, especialmente fibras do tipo II, diminuição do número de unidades motoras e acúmulo de gordura no músculo. Já a diminuição da força, denominada dinapenia, é causada por processos neurológicos e musculares devido à alterações fisiológicas presentes no envelhecimento (Ali, 2014; Clark; Manini, 2012).

A manutenção da saúde na velhice pode ser realizada por meio da adoção de hábitos saudáveis, que incluem principalmente a prática de exercícios físicos, alimentação saudável, atividades ocupacionais e convivência social (Assis, 2005).

A prática regular de exercícios físicos é essencial para a promoção da saúde no processo de envelhecimento. Eles são capazes de aumentar a expectativa de vida, promover a independência funcional, a prevenção e controle de doenças, contribuir para o aumento da força muscular e diminuir os riscos de quedas e fraturas (Civinski, 2011; Silva et al., 2014).

Sendo a nutrição inadequada um outro fator contribuinte para o desenvolvimento de tais síndromes, observa-se que no estilo de vida ocidental há uma composição desequilibrada de alimentos que podem tornar-se fatores pró-inflamatórios, como por exemplo o consumo de ácidos graxos saturados, deficiência das vitaminas D e K, excesso de carboidratos e baixo consumo de fibras e antioxidantes (Núñez et al., 2013).

Visto isso, intervenções para o tratamento da sarcopenia e dinapenia têm sido estudadas, variando entre a manipulação dietética e atividade física. Dentre os alimentos utilizados, destaca-se as proteínas e o uso do suplemento nutricional *whey protein* (Devries; Phillips, 2015)

## **2. OBJETIVO**

O objetivo deste estudo é apresentar, através de uma revisão narrativa da literatura, quais são os principais benefícios da suplementação com *whey protein* e da prática de exercícios físicos no tecido muscular esquelético de idosos.

### 3. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa de literatura que busca analisar o tema por meio de artigos nacionais e internacionais, entre os anos de 2000 e 2020. As bases de dados utilizadas para a busca foram a Scientific Electronic Library Online (Scielo), PubMed, teses da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e do Repositório da Produção Científica e Intelectual da Unicamp, Trabalhos de Conclusão de Curso da Universidade Salesiano, Repositório de Outras Coleções Abertas (ROCA) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Biblioteca Digital da Unicamp e dissertações da Biblioteca Digital USP.

Os termos utilizados para a busca foram: sarcopenia, dinapenia, envelhecimento, exercício físico, leucina, *whey protein*, proteínas e mTOR.

## 4. REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1. Sarcopenia e dinapenia

O músculo sarcopênico exibe disfunções celulares que resultam em estresse oxidativo principalmente devido a disfunção mitocondrial. Sabe-se que o aumento do estresse oxidativo pode culminar na modificação do DNA mitocondrial e conseqüentemente em apoptose ou necrose, além de causar danos ao músculo esquelético (Montes et al., 2016).

Por sua vez, o estresse oxidativo causa um estado de inflamação crônica de baixo grau, que induz a produção de citocinas pró-inflamatórias, como fator de necrose tumoral (TNf), interleucina (IL-6) e proteína C reativa (PCR). A produção desses, contribuem para o desenvolvimento de diversas doenças crônicas como Alzheimer, câncer, diabetes, osteoporose, entre outras (Dalle et.al, 2017; Marzetti et.al, 2013).

Sua etiologia pode ser decorrente de fatores endócrinos (uso de corticóides, redução da produção de IGF-1 e GH, disfunção da tireoide e resistência à insulina), perda de neurônios motores, aumento da produção de citocinas catabólicas, fatores associados à idade (diminuição da produção de hormônios sexuais, disfunção mitocondrial), diminuição da atividade física e nutrição inadequada (Cruz-Jentoft et al., 2018; Marzetti et al., 2009).

O termo dinapenia é utilizado para caracterizar a diminuição da força e potência muscular no envelhecimento. As causas responsáveis por essa comorbidade são um conjunto de fatores neurais e musculares. São elas: (1) deficiências na ativação neural (central), como a redução no impulso excitatório descendente dos centros supra espinhais, (2) deficiência no recrutamento de unidades motoras, (3) falha na transmissão neuromuscular, (4) perda de músculos por apoptose, (5) atrofia de fibras musculares, (6) redução da capacidade contrátil devido ao desacoplamento excitação-contração e (7) infiltração de adipócitos nas fibras musculares (Clark, Manini, 2010)

A associação entre dinapenia e sarcopenia sugere que alterações na massa muscular são diretamente e integralmente responsáveis pela diminuição de força. Porém, diversos estudos demonstram que idosos têm sua força reduzida antes mesmo de perder massa muscular e o ganho de músculo não anula esse efeito (Alexandre, 2019). O estudo realizado por Hughes et al. (2014), demonstrou que o declínio da força foi de aproximadamente 60% maior do que as estimativas de comparação entre força/massa muscular e que as mudanças associadas à idade na massa muscular explicaram menos de 5% da variação na mudança na força.

Segundo Clark e Manini (2008) também é possível compreender a diferença entre esses termos quando observado exercícios de resistência. As fases iniciais do treinamento promovem aumento da força antes mesmo que o estímulo provocado pelo exercício seja capaz de realizar mudanças fisiológicas no músculo. Portanto, os ganhos de força não estão necessariamente associados à capacidade do músculo, mas sim a uma interação complexa entre fatores musculares e neurológicos.

#### **4.2. Atividade física**

Os exercícios podem ser caracterizados, de uma forma geral, em aeróbio e anaeróbio. O exercício aeróbio é realizado em baixas intensidades durante um longo período de tempo, no qual ocorre o aumento da capacidade oxidativa lipídica. Alguns exemplos desse tipo de atividade são: caminhada, dança e jogos coletivos. Já o exercício anaeróbio, atinge uma alta intensidade durante um curto período de tempo, em que ocorre predominância de ajustes musculares. Dentre esses exercícios estão os treinamentos de força (musculação), lutas e culturismo (Zoppi et al., 2008; Leite et al., 2013).

A prática combinada das duas formas de exercício produz ajustes cardiovasculares e aumentam a capacidade de força dos praticantes (Silva et al., 2010), ambos apontando serem benéficos em relação a prática e seu controle sistematizado para o público em geral (Raso; Greve, 2012).

Segundo o *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2011) um programa de exercício físico deve conter exercícios aeróbios, de força e treinamento para flexibilidade. Ainda, recomenda que um programa de exercícios físicos com aspectos relevantes na saúde deve conter aproximadamente: 150 minutos por semana de atividades de intensidade moderada, 75 minutos de atividades de intensidade vigorosa e ,de 2 a 3 dias por semana, exercícios de resistência muscular localizada, alongamento, agilidade, equilíbrio e coordenação motora.

O treinamento resistido ou de força é uma variação em protocolos de treino, que inclui levantamento de pesos, uso de resistências em máquinas ou elásticos. Muito utilizado, é capaz de melhorar o desempenho, composição corporal, aumento da força, resistência muscular e cardiovascular, flexibilidade, coordenação motora, agilidade e potência. No metabolismo, é capaz de melhorar a sensibilidade à insulina, contribuir para o aumento da captação de aminoácidos, melhora na capacidade de funcionamento de enzimas oxidativas e glicolíticas e diminuição do acúmulo de lipídios no meio intramuscular (Farias, 2009; Fragala et al., 2019).

Considerado também como uma intervenção terapêutica, é cada vez mais estudado e aplicado em idosos a fim de combater a perda de massa magra e aumentar a força. Inúmeros estudos têm demonstrado a resposta favorável à adesão de idosos ao treinamento de força, sendo semelhantes à indivíduos mais jovens. Os programas devem levar em consideração as variáveis de intensidade, volume, tipo e ordem dos exercícios, descanso, velocidade e frequência. Ainda, deve-se haver um cuidado especial com as estruturas do quadril, joelho,

coluna vertebral e ombro devido à fragilidade apresentada por essa população (Kraemer, 2002).

As mais diversas pesquisas realizadas, permitiram definir essas variáveis de maneira mais objetiva para a obtenção de resultados. Na literatura as indicações mais aceitas demonstram que a frequência deve ser de 2 a 3 vezes por semana; o volume de 2–3 séries de 6–12 repetições a 50–85% de 1RM por grupo de músculos e é ideal que se inclua exercícios de força em altas velocidades com movimentos concêntricos e intensidades moderadas (40-60% de 1RM) (Fragala et al., 2019).

#### **4.3. Nutrição**

Assim como a prática de exercícios físicos, uma alimentação balanceada possui potencial terapêutico para os idosos. Os antioxidantes nutricionais, por exemplo, possuem a capacidade de neutralizar diretamente os radicais livres, reparar as membranas oxidadas e extinguir o ferro para a produção de espécies reativas de oxigênio. A vitamina E, vitamina C e carotenóides agem juntos contra a peroxidação lipídica (Fusco et.al, 2007).

Os ácidos graxos poliinsaturados, abrangem as famílias do ômega-3 (alfa-linolênico) e ômega-6 (ácido linoléico). São responsáveis por diversas funções metabólicas e fisiológicas no organismo, como a manutenção da integridade celular, transmissão de impulsos nervosos e síntese de hemoglobina (Martin et.al, 2006). Comprovou-se que especificamente o ômega-3, é capaz de reduzir o estado inflamatório, melhorar a função mitocondrial e estimular a síntese proteica muscular (Lalia et. al, 2017; Smith, 2017).

Já em relação ao papel das proteínas e aminoácidos, é visto que idosos possuem dificuldade em consumir a quantidade diária recomendada de proteínas e o músculo envelhecido possui uma capacidade diminuída de regular a síntese proteica. Dentre os aminoácidos existentes, a leucina é o principal regulador do anabolismo muscular, devido a

sua capacidade de ativação da via mTOR. Sendo assim, suplementos e alimentos ricos em proteína, como carnes, laticínios, leguminosas e *whey protein* devem estar presentes na alimentação para promover hipertrofia muscular (Calvani et. al, 2013).

#### **4.4. Whey protein**

O envelhecimento é capaz de promover um fenômeno denominado resistência anabólica, isto é, a redução da resposta do músculo esquelético a um estímulo anabólico. Por esse motivo, o aumento da ingestão diária de proteínas é crucial nessa etapa, podendo tornar-se maior quando comparado a indivíduos mais jovens. A explicação a esse fenômeno pode ser dada por: aumento do sequestro de aminoácidos, diminuição da disponibilidade pós-prandial desses nutrientes com menor perfusão do músculo, diminuição da captação muscular de aminoácidos exógenos, redução da capacidade digestiva e redução da sinalização anabólica para síntese de proteínas. Idosos podem se beneficiar com o uso de suplementos dietéticos para atingir as necessidades recomendadas e conseqüentemente o anabolismo (Deutz et al., 2014).

*Whey protein* é um suplemento produzido a partir do soro do leite, de alto valor nutricional devido a presença de grande quantidade de proteínas e aminoácidos essenciais. O conteúdo proteico do leite é constituído por 80% de caseína e o restante de proteínas solúveis como a  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactoalbumina, imunoglobulinas, albumina do soro bovino e glicomacropéptídeos. Além disso, também estão presentes substâncias bioativas como hormônios, fatores de crescimento e citocinas, que desempenham um importante papel fisiológico (Oliveira et al., 2018; Solak; Akin, 2012).

A  $\beta$ -lactoglobulina representa metade da proteína do soro do leite total. Possui propriedades de ligação e geleificação, é carreadora de retinol, tem alta resistência à enzimas



e ácidos presentes no estômago e possui alto teor de aminoácidos de cadeia ramificada (Solak; Akin, 2012; Palu et al., 2020).

A  $\alpha$ -lactoalbumina, é o segundo peptídeo mais abrangente no soro, compondo cerca de 15-25%. É usado em fórmulas infantis para se assemelhar ao leite materno, possui capacidade de se ligar ao cálcio e zinco, apresenta atividade antimicrobiana e é rica em triptofano, lisina, treonina, cistina e leucina, sendo a última a mais relevante para a síntese proteica (Haraguchi, 2006; Solak; Akin, 2012).

A leucina é um importante regulador metabólico da síntese proteica muscular. Por meio da ativação da via mTOR ela modula a cascata de sinal da insulina por meio da fosfoinositol 3-quinase (PI3-quinase) e participa da produção muscular de alanina e glutamina por meio da doação de um nitrogênio (Norton, Layman, 2006)

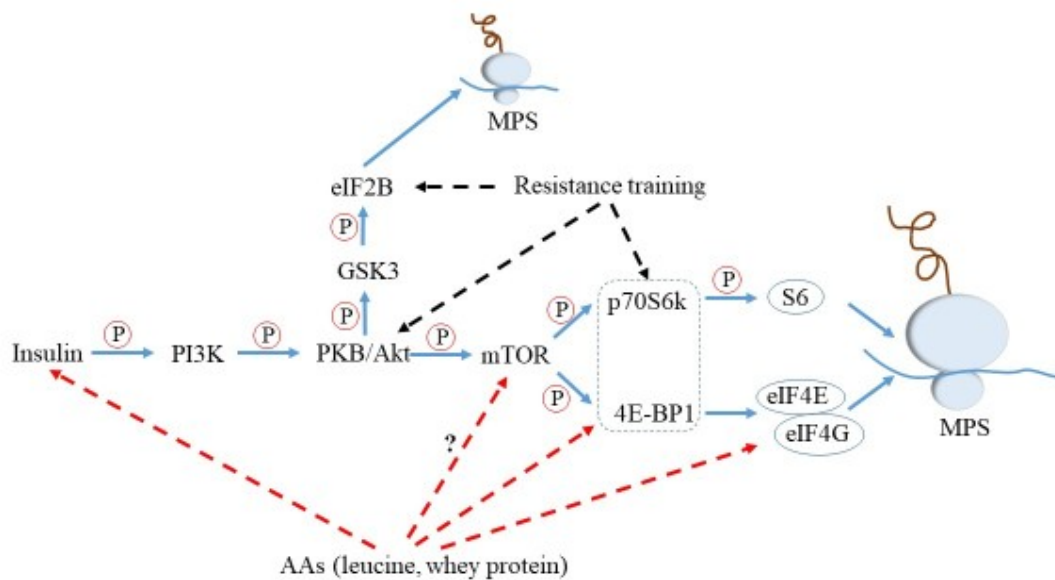
O fator de transcrição *mammalian Target of Rapamycin* (mTOR) está presente nas células de mamíferos em dois complexos: mTORC1 (complexo 1) e mTORC2 (complexo 2). O complexo 1 é responsável por estimular a proliferação celular e o complexo 2 por fosforilar as proteínas quinases AKT, SGK1 e PKC, que controlam a sobrevivência da célula e organização do citoesqueleto. A via da mTORC1 é melhor caracterizada devido às importantes funções que desempenha na célula internamente e externamente: fatores de crescimento, estresse, status energético, oxigênio e aminoácidos (Mendes, 2014; Dias, 2016).

A sinalização da via mTOR integra a leucina (nutriente), insulina e IGF-1 (hormônios), ATP/GTP (estado energético) e o treinamento resistido. Já a AMPk (*5'-AMP-activated protein kinase*) é uma enzima bloqueadora da via, atuando como um sensor energético celular. Quando há diminuição do ATP, é ativada para estimular vias catabólicas e inibir as vias anabólicas, de modo que a síntese proteica seja reduzida (Manda, 2010).

Após a ingestão do aminoácido leucina, ocorre a fosforilação e ativação da proteína p70s6k, proteína 1 ligante do fator de iniciação eucariótico 4E (4E-BP1) e fator de iniciação eucariótico 4G (eIF4G), todos efetores da via mTOR. Formado o complexo entre esses fatores e a ativação de p70s6k, ocorre a síntese proteica. Além do estímulo às vias de sinalização de síntese proteica, também inibe a atividade da subunidade 20S do sistema ubiquitina-proteassoma, um mecanismo pelo qual há o catabolismo de proteínas (Luz, 2013; Rogero, Tirapegui, 2008)

Além dos benefícios da leucina supracitados, também apresenta uma característica insulínica, sendo capaz de aumentar a insulina pós-prandial. Ela é capaz de ativar o glutamato desidrogenase (GDH) e Akt, que por sua vez levam a liberação de insulina. Quando interagem com os receptores de IGF, ativam a PI3k e que, portanto, ativa a Akt no músculo. Quando o Akt é ativado, também pode causar a fosforilação de mTOR. Essas funções permitem que haja o aumento da biodisponibilidade de aminoácidos para a síntese proteica e/ou inibição do catabolismo de proteínas miofibrilares, favorecendo assim o anabolismo muscular. (Martins, 2016; MT et al., 2016)

**FIGURA 1 - MECANISMOS DO WHEY PROTEIN/TREINO RESISTIDO PARA INDUZIR SÍNTESE DE PROTEÍNA NO MÚSCULO**



Fonte: Liao et al. (2019, p. 161)

#### 4.5. *Whey Protein* e exercício físico

O exercício resistido por si só é capaz de promover a síntese de proteína muscular e o aumento de força, mas com o fornecimento de proteína após a sessão contribui ainda mais para tais efeitos (Dreves, Phillips, 2015).

O *Whey Protein* e o treinamento resistido interagem com a mesma via de sinalização para aumento da força e hipertrofia muscular: IGF-1 e insulina, que compartilham do mesmo receptor na membrana das células. Ambos fosforilam a enzima PI3k, que transferem fosfato para a proteína quinase t (Akt) e que por sua vez fosforilam a enzima mTOR. A ativação dessa enzima, leva a outra fosforilação: da proteína quinase S6 ribossômica (p70s6K). Esta, por sua vez, promove a cascata de sinalização que leva aos mecanismos de síntese proteica (Pagotto, 2017).

O músculo envelhecido responde ao exercício tão bem quanto em indivíduos mais jovens, especialmente aos de resistência. Estudos demonstraram que após sessões de treinamento de resistência progressiva, houve melhora da sensibilidade à insulina, melhor utilização de glicose e síntese de proteína miofibrilar aumentada. Apesar de ambos os grupos (idosos e jovens) responderem da mesma maneira ao estímulo dos exercícios, uma proporção maior de leucina é necessária para a estimulação ideal da taxa de síntese de proteína muscular em adultos mais velhos, em comparação com adultos jovens. Por isso, a recomendação da ingestão de proteína, é em torno de 1,0 - 1,5 g/kg/dia (Morley et al., 2010; Deutz et al., 2014).

## 5. CONCLUSÕES

O suplemento *whey protein* tem sua eficácia comprovada devido aos seus componentes, principalmente a leucina. Esta, funciona como um importante regulador metabólico de síntese proteica muscular capaz de promover importantes benefícios para o aumento de força e de massa muscular, principalmente quando aliada à prática de exercícios físicos no processo do envelhecimento.

A prática de exercícios físicos pode funcionar como intervenção terapêutica para melhora da composição do músculo esquelético em idosos, além de outros benefícios como aumento da flexibilidade, diminuição do risco de doenças crônicas, coordenação motora, desempenho, entre outros. A combinação de *whey protein* e exercício mostrou-se benéfica em diversos estudos, pois interagem com a mesma via de sinalização para aumento de força e hipertrofia muscular, a mTOR que integra a leucina, insulina, IGF-1, ATP/GTP e o treinamento resistido.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, Tiago da Silva *et al.* Prevalência e fatores associados à sarcopenia, dinapenia e sarcodinapenia em idosos residentes no Município de São Paulo - Estudo SABE. **Rev. Bras. Epidemiol.**, [s. l], v. 21, n. 2, p. 1-13, fev. 2019.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE *et al.* Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 7, p. 1334-59, 2011.

ASSIS, Mônica de. Envelhecimento ativo e promoção da saúde: reflexão para as ações educativas com idosos. *Revista Aps*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 15-24, jun. 2005.

BOOTH, Lauren N.; BRUNET, Anne. The Aging Epigenome. **Mol Cell**, Stanford, v. 62, n. 5, p.728-744, jul. 2016.

CALVANI, Riccardo *et al.* Current nutritional recommendations and novel dietary strategies to manage sarcopenia. *J Frailty Aging*. p. 38-53. 2013.

CIVINSKI, Cristian. A importância do exercício físico no envelhecimento. **Revista da Unifebe**, Brusque, p. 163-175, jun. 2011.

CLARK, Brian C.; MANINI, Todd M.. What is dynapenia? **Nutrition**, [S.L.], v. 28, n. 5, p. 495-503, maio 2012. Elsevier BV.

CLARK, Brian C.; MANINI, Todd M.. Functional Consequences of Sarcopenia and Dynapenia in the Elderly. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, Florida, v. 13, n. 3, p. 271-276, maio 2010.

CLARK, Brian C.; MANINI, Todd M.. Sarcopenia  $\neq$  Dynapenia. **The Journals Of Gerontology**, [s. l], v. 63, n. 8, p. 829-834, ago. 2008.

CRUZ-JENTOFT A. J. *et al.* Age an Ageing, *afy* 169,2018

DALLE, Sebastiaan; ROSSMEISLOVA, Lenka; KOPPO, Katrien. The Role of Inflammation in Age-Related Sarcopenia. **Frontiers In Physiology**. dez. 2017.

DEUTZ, Nicolaas E. P. *et al.* Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: Recommendations from the ESPEN Expert Group. **Clin Nutr**, Texas, v. 33, n. 6, p. 929-936, dez. 2014.

DIAS, Raquel da Luz. **Efeito da suplementação de leucina sobre a proliferação de pré-osteoblastos da linhagem MC3T3-E1**. 2016. 86 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina e Ciências da Saúde, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

DEVRIES, Michaela C.; PHILLIPS, Stuart M. Supplemental Protein in Support of Muscle Mass and Health: Advantage Whey. **Journal Of Food Science**, Canada, v. 80, n. 1, p. 8-15, 2015.

FALSARELLA, Gláucia Regina *et al.* Envelhecimento e os fenótipos da composição corporal. **Revista Kairós Gerontologia**, São Paulo, v. 17, n. 2, p.57-77, jun. 2014.

FARIAS, Ivan Gabriel da Silva Rodrigues de. **Exercício resistido: Na saúde, na doença e no envelhecimento**. 2009. 13 f. TCC (Graduação) - Curso de Educação Física, Universidade Salesiano, Lins, 2019.

FRAGALA, Maren *et al.* Resistance Training for Older Adults: Position Statement From the National Strength and Conditioning Association. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2019-2052, ago. 2019.

FUSCO, Domenico *et al.* Effects of antioxidant supplementation on the aging process. **Clinical Interventions In Aging**, v. 2, n. 3, p.377-387, set. 2007.

HARAGUCHI, Fabiano Kenji. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 19, n. 4, p. 479-488, ago. 2006.

HUGHES, Virginia *et al.* Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. v. 5, n. 56, p. 209-217, jul. 2001.

KRAEMER, William J.. Resistance Training for Health and Performance. **Current Sports Medicine**, Connecticut, v. 1, n. 3, p. 165-171, 2002

LALIA, Antigoni Z. et al. Influence of omega-3 fatty acids on skeletal muscle protein metabolism and mitochondrial bioenergetics in older adults. **Aging**. Minnesota, p. 1096-1115. 5 abr. 2017.

LEITE, C. F. et al. Perfil lipídico e glicêmico de ratos treinados em exercício aeróbio ou anaeróbio e suplementados com maltodextrina. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 35, n. 1, p. 39–50, mar, 2013.

LIAO, Yuxiao *et al.* Prospective Views for Whey Protein and/or Resistance Training Against Age-related Sarcopenia. **Aging And Disease**, [s. l], v. 10, n. 1, p. 158-174, fev. 2019.

LUZ, Claudia Ribeiro da. **Efeitos da suplementação de leucina e aminoácidos de cadeia ramificada associados ao exercício de força sobre a via de sinalização Akt/mTOR : um estudo randomizado, duplo-cego e controlado por placebo**. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MANDA, Rodrigo Minoru. Bases metabólicas do crescimento muscular. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 52-58, mar. 2010.

MARTINS, Carlos Eduardo Carvalho. **Efeitos da suplementação de leucina e do treinamento de força sobre a miopatia diabética em modelo experimental de diabetes mellitus induzido por estreptozotocina**. 2016. 95 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MARZETTI, Emanuele *et al.* Sarcopenia of aging: Underlying cellular mechanisms and protection by calorie restriction. **Biofactors**, Florida, v. 35, n. 1, p.28-35, fev. 2009.

MATSUDO, Mahecha; MARCELA, Sandra. **Envelhecimento e atividade física**. Londrinha: Midriograf, 2001. 195 p.

MENDES, Maria Carolina Santos. **Caracterização da via IRS1/Akt/mTOR em xenoenxertos tumorais de animais submetidos à suplementação com leucina**. 2014. 96 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.



MONTES, Ana-coto et al. Melatonin as a Potential Agent in the Treatment of Sarcopenia. **International Journal Of Molecular Sciences**. p. 1-15. 24 out. 2016.

MORLEY, John E. *et al.* Nutritional Recommendations for the Management of Sarcopenia. **J Am Med Dir Assoc**, [s. l], v. 11, n. 6, p. 391-396, jul. 2010.

MT, Lane *et al.* Endocrine responses and acute mTOR pathway phosphorylation to resistance exercise with leucine and whey. **Biology Of Sport**, [s. l], v. 34, n. 2, p. 197-203, out. 2016.

NORTON, Layne E.; LAYMAN, Donald K.. Leucine Regulates Translation Initiation of Protein Synthesis in Skeletal Muscle after Exercise. **The Journal Of Nutrition**, v. 136, n. 2, p. 533-537, fev. 2006.

OLIVEIRA, Gisley da Silva de *et al.* **MDLGV - Indústria LTDA: processo produtivo de Whey Protein**. 2018. 205 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2018.

PAGOTTO, Fernanda Munhoz. **Treinamento de força e Whey protein: um casamento para a hipertrofia muscular ?** 2017. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

PALU, Caroline de Souza *et al.* Tecnologia de produção de whey protein. **Pubvet**, São João da Boa Vista, v. 14, n. 4, p. 1-4, abr. 2020.

RASO, V.; GREVE, J. M. D. O Desempenho Nas Atividades Da Vida. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 2, p. 87-90, mar/abr, 2012.

ROGERO, Marcelo Macedo; TIRAPEGUI, Julio. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 563-575, dez. 2008.

ROSA, Bárbara Pereira de Souza. Envelhecimento, força muscular e atividade física: uma breve revisão bibliográfica. **Revista Científica Facmais**, Goiás, v. 11, n. 1, p. 140-152, out. 2012.

RUIZ-NÚÑEZ, Begoña et al. Lifestyle and nutritional imbalances associated with Western diseases: causes and consequences of chronic systemic low-grade inflammation in an evolutionary context. **Journal Of Nutritional Biochemistry**. p. 1183-1201. jul. 2013.

Steverson, M. "Ageing and Health." *World Health Organization*, World Health Organization, 5 Feb. 2018, [www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health).

SILVA, J. L; MARANHÃO, R. C.; MATOS VINAGRE, C. G. C. de. Efeitos do treinamento resistido na lipoproteína de baixa densidade. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 1, p. 71-76, fev, 2010.

SILVA, Nádia L. *et al.* Exercício físico e envelhecimento: benefícios à saúde e características de programas desenvolvidos pelo LABSAU/IEFD/UERJ. **Revista Hupe**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 75-85, abr. 2014.

SMITH, Gordon I. The Effects of Dietary Omega-3s on Muscle Composition and Quality in Older Adults. **Curr Nutr Rep: Curr Nutr Rep**. St. Louis, p. 99-105. jun. 2016.

SOLAK, Birsen Bulut; AKIN, Nihat. Functionality of Whey Protein. **International Journal Of Health & Nutrition**. Selçuk, p. 1-7. 2012.

WELLS, Jennie L.; C.DUMBRELL, Andrea. Nutrition and aging: assessment and treatment of compromised nutritional status in frail elderly patients. **Clinical Interventions In Aging**, v. 1, n. 1, p.67-79, mar. 2006.

ZOPPI, C. C. et al. Efeitos do Exercício Aeróbico e Anaeróbico em variáveis de risco Cardíaco em Adultos com Sobrepeso. **Arquivos Brasileiro de Cardiologia**, v. 91, n. 4, p. 219-226, jan, 2008.