



ARTIGO DE REVISÃO



O papel anabólico das proteínas de origem vegetal em resposta ao exercício físico resistido crônico

The anabolic role of plant-based proteins in response to chronic resistance exercise

Carina de Sousa Santos^{1,2,*} , Eudes de Souza Oliveira Júnior¹, Marcus James Lopes de Sá¹,
Elizabethhe Adriana Esteves^{1,2,3} 

¹Departamento de Nutrição, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Ciências da Nutrição, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

³Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

Recebido em 18 de março de 2021, aceito em 28 de agosto de 2021, publicado em 30 de setembro de 2021

PALAVRAS-CHAVE

Exercício
Massa muscular
esquelética
Proteínas de origem
animal
Proteínas de origem
vegetal
Síntese da proteína
muscular

RESUMO

A manutenção adequada da massa muscular esquelética é essencial para prevenir a sarcopenia e garantir a saúde e qualidade de vida à medida que se envelhece. Os dois determinantes da síntese de proteína muscular são o aumento de carga no músculo por meio do exercício físico resistido e a ingestão de proteínas. Para um resultado efetivo de manutenção ou aumento da massa muscular, deve-se considerar a ingestão quantitativa e adequada de proteína e a fonte alimentar, visto que a proteína de origem vegetal possui diferenças em comparação a animal que limitam sua capacidade anabólica. Em virtude do aumento do vegetarianismo e da população idosa, que consome menos alimentos fontes de proteína animal, justifica-se a importância de compreender como a proteína de origem vegetal pode sustentar em longo prazo a síntese de proteína muscular quando associada ao exercício físico resistido, bem como, as possibilidades de adequação dietética frente a esta demanda.

*Autor de correspondência:

Programa de Pós-graduação em Ciências da Nutrição. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).
Campus JK - Rodovia MG 367, Km 583, nº 5000. Diamantina, MG, Brasil | CEP: 39.100-000.
E-mail: carina.sousasantos@gmail.com (Santos CS)

Este estudo foi realizado na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

<https://doi.org/10.21876/rcshci.v11i3.1135>

Como citar este artigo: Santos CS, Oliveira Júnior ES, Lopes de Sá MJ, Esteves EA. The anabolic role of plant-based proteins in response to chronic resistance exercise. Rev Cienc Saude. 2021;11(3):14-23. <https://doi.org/10.21876/rcshci.v11i3.1135>
2236-3785/© 2021 Revista Ciências em Saúde. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob uma licença CC BY-NC-SA (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.pt_BR)



KEYWORDS

Animal-based proteins
Exercise
Muscle protein
synthesis
Plant-based proteins
Skeletal muscle

ABSTRACT

Proper maintenance of skeletal muscle mass is essential to prevent sarcopenia and ensure health and quality of life as aging progress. The two determinants of muscle protein synthesis are the increased load on skeletal muscle through resistance exercise and protein intake. For an effective result of maintaining or increasing muscle mass, it is relevant to consider the quantitative and adequate intake of protein, and the dietary source of protein since the plant-based protein has differences in comparison to animals that limit its anabolic capacity. Given the increase in vegetarianism and the elderly population, which consumes fewer food sources of animal protein, the importance of understanding how protein of plant-based protein can sustain muscle protein synthesis in the long term when associated with resistance exercise is justified, as well as the possibilities of dietary adequacy in the face of this demand.

INTRODUÇÃO

A manutenção adequada da força e da massa muscular (MM) esquelética é essencial para garantir a qualidade de vida de um indivíduo à medida que envelhece. Ela está associada à independência de realizar atividades rotineiras como locomoção, levantar de uma cadeira e manter a postura, e à redução do risco de doenças metabólicas por ser o músculo esquelético o principal tecido responsável pela manutenção da sensibilidade à insulina. A força e a MM diminuem com o envelhecimento. Tem sido relatado que, acima dos 50 anos, a perda de força é de 1,5-5%/ano e a perda de MM é de 1-2%/ano^{1,2}. A baixa MM tem sido associada ao aumento da morbidade e mortalidade, ao passo que a baixa força muscular mostrou ser um preditor significativo e independente de risco de mortalidade^{3,4}.

Os dois principais determinantes da síntese de proteína muscular (SPM), que exercem de forma independente e sinérgica uma influência positiva no balanço líquido de proteínas e que a longo prazo levam ao aumento da MM, são o aumento de carga no músculo esquelético, por meio do exercício físico resistido (EFR), e a ingestão adequada de proteínas⁵⁻⁷. A suplementação de proteína (ingestão de proteína acima do habitual) maximiza a SPM associada ao EFR. No entanto, as recomendações atuais não fazem distinção entre a fonte, se proteína de origem animal (POA) ou de origem vegetal (POV). Por extensão, sabe-se que a POV possui certas diferenças em comparação a POA que limitam sua capacidade anabólica muscular^{8,9}. Nos últimos anos, a mudança no cenário demográfico e do padrão alimentar vêm mostrando a necessidade cada vez maior de compreender as implicações destas diferenças para a SPM.

A mudança no cenário demográfico é caracterizada pelo aumento do envelhecimento populacional¹⁰, sendo esta fase da vida marcada por alterações que podem prejudicar a manutenção adequada do tecido muscular. Com o avançar da idade, há aumento da resistência anabólica muscular levando, portanto, à necessidade de maior ingestão de proteína para estimular a SPM tanto em repouso quanto após EFR^{11,12}. No entanto, indivíduos mais velhos consomem menos alimentos fontes de proteína por diversos fatores fisiológicos, patológicos e sociais inerentes da própria fase¹³. Já a mudança no padrão alimentar vem sendo marcada pelo aumento do consumo de alimentos de origem vegetal. No Brasil, no ano de 2018, 14% da

população declarou adotar algum tipo de dieta vegana e vegetariana (exclusão total ou parcial de alimentos de origem animal) mostrando um crescimento de 75% desse público em comparação aos 8% no ano de 2012¹⁴.

Assim, diante deste contexto, que se dá pela associação (a) da importância da adequada ingestão de proteína associada ao EFR para atenuar a redução da força e MM^{1,7}; (b) do aumento do veganismo e vegetarianismo¹⁴ e do aumento da população idosa¹⁰ que consome menos alimentos fontes de proteína^{11,13}; e (c) do fato de a POV possuir certas diferenças em comparação à animal que limitam sua capacidade anabólica muscular^{8,9}, justifica-se a importância em compreender como a POV pode sustentar em longo prazo a SPM quando associada ao EFR. Portanto, o objetivo deste trabalho é, da perspectiva da ciência da saúde básica (fisiologia) e aplicada (nutrição), apresentar uma revisão e síntese das evidências atuais sobre o papel da POV em aumentar a MM e força em resposta ao EFR crônico e as possibilidades de adequação dietética. Espera-se que esta revisão, sintetizada e disponibilizada no ambiente virtual, facilite a utilização por profissionais de saúde e tomadores de decisão na prescrição de condutas baseada em evidência científica.

MÉTODOS

Uma pesquisa bibliográfica foi realizada até 15 de junho de 2021, de forma independente pelos autores, de artigos publicados em periódicos revisados por pares usando os bancos de dados PubMed, Web of Science e do Google Scholar. Foram utilizados três blocos de conceitos com palavras-chave combinadas com os operadores booleanos *AND*, *OR* e *NOT*. A primeira pesquisa buscou as atuais recomendações de ingestão de proteína para maximizar a SPM associada ao EFR e procurou por recomendação específica para ingestão de POV usando os descritores “*consensus statement*”, “*position stand*”, “*recommendations*”, “*muscle protein synthesis*”, “*hypertrophy, resistance exercise*”, “*protein dose*”, “*dietary protein*”. A segunda pesquisa buscou a diferença de qualidade entre a POV e POA e um possível impacto para a SPM segundo os descritores “*vegetable protein*”, “*plant-based protein*”, “*animal-based protein*”, “*quality*”. A terceira pesquisa foi relacionada a busca de evidências a respeito do efeito da suplementação de POV comparada a POA quando associada ao EFR de longa duração em desfechos de MM

e força muscular: “*meta-analysis*”, “*randomized controlled trials*”, “*protein supplementation*”, “*protein source*”, “*resistance exercise*”, “*muscle strength*”, “*muscle mass*”. Os artigos foram selecionados por dois revisores (CSS e ESOJ) inicialmente com base na leitura do título, seguido pela leitura dos resumos e, posteriormente, na íntegra dos artigos. Em caso de desacordo entre os dois revisores, um terceiro revisor (EAE) tinha a decisão final sobre a inclusão. As referências bibliográficas dos estudos encontrados nessas bases de dados também foram revisadas. Na primeira e segunda pesquisa, os estudos relevantes foram analisados e combinados para fornecer uma visão geral do assunto. Na terceira pesquisa, como forma de sintetizar as evidências disponíveis, os autores incluíram estudos de metanálises publicadas até o momento e ensaios clínicos relevantes que não foram analisados por tais estudos.

DESENVOLVIMENTO

Recomendações de ingestão de proteína para maximizar a SPM em resposta ao EFR

A SPM depende do equilíbrio entre degradação e síntese de novas proteínas. Em resumo, no estado pós-absortivo ocorre a perda líquida de proteínas e a degradação excede a síntese; no estado pós-prandial, devido a ingestão de proteínas e a hiperaminoacidemia resultante, ocorre um balanço líquido positivo de proteínas e a síntese excede a degradação. O papel do EFR para a SPM é sensibilizar o músculo para a hiperaminoacidemia e proporcionar um período maior de balanço líquido positivo de proteína do que aquele ocasionado apenas com alimentação⁵⁻⁷. Neste sentido, recente metanálise demonstrou que a suplementação de proteína na ausência de estressores metabólicos, como o EFR e restrição de calorias, não aumenta a MM ao longo do tempo¹⁵.

A recomendação de ingestão de proteínas para maximizar a SPM associada ao EFR é a ingestão de fontes completas (com todos os 20 aminoácidos) na quantidade de 1,4 - 2,0 g de proteína/kg de massa corporal/dia. Recomenda-se que a quantidade seja distribuída ao longo do dia (a cada 3 - 4 h com 20 - 40 g de proteína/refeição ou 0,25 - 0,55 g/kg de massa corporal/refeição), priorizando uma ingestão após o exercício e outra próxima ao dormir. Recomenda-se também que a fonte de proteína forneça todos os aminoácidos indispensáveis na quantidade de 6 - 15 g/refeição, sendo 0,7 - 3 g de leucina^{16,17}. Em dietas com restrição calórica, o aumento na ingestão de proteína entre 2,3 e 3,1 g/kg de massa livre de gordura associada ao EFR é eficaz para auxiliar na preservação da MM¹⁸.

Dos aminoácidos indispensáveis, a leucina é o mais importante pois é responsável por ativar de modo independente a SPM. A leucina se liga à *Sestrin2*, uma proteína que funciona como um sensor de ativação do complexo 1 da proteína alvo mecanístico da rapamicina (mTORC1), que é a proteína chave de sinalização da SPM⁶. Este efeito, denominado “limiar ou gatilho” da leucina, promove o aumento rápido da leucinemia (concentração intracelular) após uma sessão de EFR,

sendo o estímulo mais anabólico para a SPM. Em curto prazo desencadeia um aumento na SPM e em longo prazo, quando associado ao EFR, promove aumento na MM^{6,7,19}. Uma diferença entre a POV e a POA está na quantidade de leucina; portanto, é importante compreender o impacto desta e demais diferenças para a SPM.

Qualidade da proteína de origem vegetal

A qualidade da proteína da dieta é avaliada em relação às necessidades humanas, levando em conta a capacidade da proteína em ser digerida e, conseqüentemente, seus aminoácidos serem absorvidos e retidos pelo organismo para sustentar a renovação das proteínas corporais^{20,21}. Quando comparado grama por grama, a qualidade das POV difere das POA (Tabela 1).

As POV são menos digeríveis devido a diferenças estruturais da própria proteína e presença de fatores antinutricionais em suas fontes alimentares (na matriz do alimento). A estrutura secundária das POV é caracterizada por baixa hélice α e alta conformação em folha β que facilita a agregação e resistência à proteólise. Por extensão, as fontes alimentares das POV contêm polissacarídeos não amiláceos e não digeríveis pelas amilases, que impedem o acesso das enzimas proteolíticas. Possuem também fatores antinutricionais como ácido fítico, hemaglutininas, glucosinolatos e taninos que interferem na digestibilidade e na absorção^{8,9}.

Além de serem mais difíceis de digerir quando comparadas às POA, as POV possuem uma quantidade menor de aminoácidos indispensáveis tais como leucina, lisina e metionina e o aminoácido condicionalmente indispensável cisteína²². Esta diferença pode impactar diretamente na SPM. Estudos em humanos já documentaram como a mesma quantidade absoluta de proteína do leite e da proteína isolada da soja (equivalentes em teor de nitrogênio) foram direcionadas de modo distinto para os tecidos esplâncnico e periférico. Os aminoácidos da proteína da soja foram direcionados para maior síntese proteica esplâncnica, maior oxidação pelos tecidos desta região e convertidos em ureia em maior extensão que os aminoácidos da proteína do leite. Como resultado, os aminoácidos da proteína da soja estavam menos disponíveis para a síntese de proteínas no músculo esquelético. Quando a proteína da soja é isolada, a sua digestibilidade é semelhante à da proteína do leite. Portanto, quando comparado grama por grama, o motivo pode estar relacionado à diferença no conteúdo de aminoácidos indispensáveis²³⁻²⁵.

Visto que o fator limitante para a SPM é a disponibilidade de todos os aminoácidos indispensáveis (especialmente a leucina) e a falta de um ou mais aminoácidos pode comprometer a resposta anabólica⁵ é reconhecida a necessidade de ajustes nutricionais para adequar corretamente a substituição da POA por POV.

Proteínas de origem vegetal e SPM

Como o objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão e síntese das evidências atuais, na Tabela 2 estão resumidos os três únicos estudos de metanálise de

ensaios clínicos randomizados publicados até junho de 2021 que investigaram o efeito da suplementação de POV comparada a POA quando associada ao EFR em desfechos de MM e força muscular. As metanálises só incluíram estudos com tempo de intervenção acima de 6

semanas, haja vista que o aumento da MM é definido como o resultado da estimulação crônica da SPM por meio de repetidas sessões de EFR e balanço líquido positivo de proteína^{5,7}.

Tabela 1 – Fontes alimentares de proteína animal e vegetal: quantidade de proteína, EAA, leucina e indicadores de qualidade.

Fonte alimentar	Proteína/100g	EAA (g)	Leucina (g)	PDCAAS	DIAAS
Origem animal					
Proteína isolada do soro do leite	90 ²	56,5 ²	14,4 ²	100 ⁶	109 ⁶
Ovo inteiro cozido	12,6 ¹	5,5 ¹	1,1 ¹	100 ⁷	113 ⁷
Leite de vaca integral	3,2 ¹	1,4 ¹	0,3 ¹	100 ⁷	114 ⁷
Carne de frango grelhada	31,0 ¹	12,9 ¹	2,3 ¹	100 ⁷	108 ⁷
					99 Fervida ⁸
Carne de boi	27,7 ¹	11,6 ¹	2,2 ¹	92 ⁷	91 Assada 80 Grelhada
Origem vegetal					
Proteína isolada da soja	90 ³	38,6 ³	8,2 ³	100 ⁶	90 ⁶
Proteína isolada da ervilha	85 ⁴	38,9 ⁴	8,2 ⁴	89 ⁶	82 ⁶
Grão de bico cozido	8,9 ¹	3,2 ¹	0,6 ¹	74 ⁷	83 ⁷
Aveia em flocos cozida (mingau)	2,5 ¹	1,0 ¹	0,2 ¹	67 ⁶	54 ⁶
Ervilha cozida	7,1 ¹	2,3 ¹	0,5 ¹	60 ⁶	58 ⁶
Feijão cozido	4,8 ¹	1,8 ¹	0,4 ¹	60 ⁷	56 ⁷
Tofu a base de soja	17,3 ¹	6,5 ¹	1,4 ¹	56 ⁷	52 ⁷
Arroz cozido	2,7 ¹	1,0 ¹	0,2 ¹	56 ⁷	57 ⁷
Amendoim torrado	23,7 ¹	7,4 ¹	1,5 ¹	51 ⁶	43 ⁶
Proteína isolada do arroz	90 ⁵	28,2 ⁵	6,3 ⁵	42 ⁶	37 ⁶
Pão a base de farinha de trigo	12,0 ¹	3,5 ¹	0,8 ¹	28 ⁷	29 ⁷

EAA (Essential Amino Acids): Aminoácidos indispensáveis. Os indicadores mais utilizados para a avaliar a qualidade da proteína são o PDCAAS e DIAASS. O PDCAAS (*Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score* - Escore de Aminoácidos Corrigidos pela Digestibilidade Proteica) é determinado calculando a razão entre a concentração do aminoácido limitante (menor quantidade) na proteína de teste e a concentração do mesmo aminoácido em uma proteína de referência. Essa relação é ajustada para a verdadeira digestibilidade das proteínas, que representa a diferença entre a quantidade de nitrogênio ingerido e o nitrogênio fecal excretado²⁰. O DIAAS (*Digestible Indispensable Amino Acid Score* - Escore de Aminoácidos Digestíveis Indispensáveis), um método mais recente e considerado superior, usa o coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira (determinada no final do intestino delgado onde os aminoácidos são absorvidos), em vez da digestibilidade verdadeira do nitrogênio fecal, e os valores do DIAAS não são truncados no limite superior de 100²¹. Valores inferiores a 100 caracterizam uma proteína que não pode atender plenamente as necessidades de aminoácidos indispensáveis do corpo. Fontes de proteína de origem animal são altamente digeríveis, com escores de digestibilidade superiores a 90%. Fontes de proteínas de origem vegetal apresentam escores mais baixos, variando de 45 a 80% (com exceção da proteína isolada da soja, considerada referência). Assim, menos aminoácidos de uma fonte vegetal são absorvidos pelo intestino delgado resultando em uma menor disponibilidade no sangue. **Referências:** 1.USDA²²; 2.Whey protein isolate (8855®, Fonterra); 3.Soy protein isolate (Supro 670®, Solae); 4.Pea protein isolate (Nutralys S85®, Roquette); 5.Rice protein isolate (Oryzatein 90®, Axiom Foods); 6.Rutherford et al.²⁶; 7.Marinangeli et al.²⁷; 8.Hodgkinson et al.²⁸.

Na metanálise de Morton et al.²⁹, a maior publicada até o momento sobre o tema, o objetivo primário foi determinar o efeito da suplementação de proteína associada ao EFR prolongado na composição corporal e força muscular. A avaliação do efeito da fonte da proteína foi realizada nas análises secundárias. A metanálise incluiu um total de 1.863 indivíduos saudáveis, treinados e não treinados. Os autores encontraram que a suplementação de proteína, de modo a elevar a ingestão inicial média de 1,4 ± 0,4 g/kg para 1,8 ± 0,7 g/kg massa corporal/dia aumentou a MM e a

força muscular durante EFR prolongado independente da fonte alimentar (proteína do soro do leite vs. da soja isolada e produtos derivados). Entretanto, este efeito foi influenciado pela idade e *status* de treinamento físico, sendo estes resultados importantes de serem destacados. A suplementação proteica, independente da fonte alimentar, levou ao maior ganho de MM em indivíduos treinados em comparação aos não treinados e não teve efeito em indivíduos mais velhos (> 45 anos). Com relação ao *status* do treinamento físico, já foi demonstrado que em indivíduos iniciantes, o EFR é um

Tabela 2 – Resumo dos estudos de metanálise que avaliaram o efeito da suplementação de proteína de origem vegetal comparada a animal quando associada ao exercício físico resistido em desfechos de massa e força muscular.

Autor	Estudo	Critérios de inclusão	Características dos ensaios clínicos incluídos na metanálise	Principais resultados
Morton et al. ²⁹	<p>Estudo: revisão sistemática, metanálise e meta-regressão de ensaios clínicos randomizados</p> <p>Objetivo: determinar se a suplementação de proteína na dieta aumenta os ganhos de MM e força induzida por EFR</p> <p>Análises secundárias Determinar a diferença/efeito entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ fonte alimentar da suplementação (soro do leite vs. soja) ▪ treinado vs. não treinado ▪ < 45 vs. > 45 anos ▪ suplementação vs. EFR 	<p>Indivíduos adultos saudáveis treinados e não treinados</p> <p>Suplementação de proteína à dieta</p> <p>Frequência semanal de EFR: ≥ 2 x/semana</p> <p>Duração EFR: ≥ 6 semanas</p>	<p>49 estudos entre 1962 e 2016</p> <p>1.863 indivíduos</p> <p>Suplementação de proteína: soro do leite, caseína, soja isolada e derivados, ervilha, leite, carne bovina</p> <p>Frequência semanal de EFR: 2 a 5 x/semana</p> <p>Duração EFR: 6 a 52 semanas</p> <p>Ingestão inicial de proteína: 1,4 ± 0,4 g/kg massa corporal/dia</p>	<p>A suplementação de proteína, de modo a elevar a ingestão para 1,8 ± 0,7 g/kg massa corporal/dia (~1,6 g; IC95% 1,03 - 2,2 g):</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ↑ a MM e a força muscular independente da fonte alimentar (soro do leite vs. soja) ▪ ↑ a MM em indivíduos treinados em comparação aos não treinados e não teve efeito em indivíduos mais velhos (> 45 anos)
Messina et al. ³³	<p>Estudo: metanálise de ensaios clínicos randomizados</p> <p>Objetivo: comparar especificamente a suplementação de proteína de soja com proteínas animais no ganho de MM e força induzida por EFR</p> <p>Análises secundárias Determinar a diferença/efeito entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ proteína de soja vs. soro de leite ▪ proteína de soja vs. outras proteínas de origem animal 	<p>Indivíduos adultos saudáveis treinados e não treinados</p> <p>Suplementação de proteína à dieta: adição de proteína de soja à dieta comparada com a adição de proteína não-soja</p> <p>Frequência semanal de EFR: ≥ 2 x/semana</p> <p>Duração EFR: ≥ 6 semanas</p>	<p>9 estudos até novembro de 2017</p> <p>351 indivíduos</p> <p>Suplementação de proteína: soja isolada e produtos derivados, soro do leite, carne bovina, leite</p> <p>Frequência semanal de EFR: 2 a 5 x/semana</p> <p>Duração EFR: 6 a 36 semanas</p> <p>Ingestão inicial de proteína: 1,0 g/kg massa corporal/dia</p>	<p>A suplementação de proteína, de modo a elevar a ingestão para ~1,8 g/kg massa corporal/dia, independente da fonte alimentar, resultou em ↑ da MM e força muscular</p>

EFR, exercício físico resistido; MM, massa muscular; vs., *versus*

Tabela 2 – Resumo dos estudos de metanálise que avaliaram o efeito da suplementação de proteína de origem vegetal comparada a animal quando associada ao exercício físico resistido em desfechos de massa e força muscular (cont.).

Autor	Estudo	Critérios de inclusão	Características dos ensaios clínicos incluídos na metanálise	Principais resultados
Lim et al. ³⁴	<p>Estudo: revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados</p> <p>Objetivo: avaliar as diferenças no efeito da proteína animal e vegetal no aumento da MM e força muscular</p> <p>Análises secundárias Determinar a diferença entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ < 50 vs. > 50 anos ▪ Sem EFR e com EFR 	<p>Indivíduos adultos, saudáveis e não saudáveis, treinados e não treinados, que avaliaram o efeito da suplementação de proteína vegetal comparada a outras proteínas, independente se havia outras intervenções como dieta com restrição de calorias</p>	<p>16 estudos até junho/2020 com 788 indivíduos, sendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 11 estudos com indivíduos que fizeram EFR com duração entre 6 semanas e 9 meses (345 indivíduos) ▪ 2 estudos com indivíduos treinados (39 indivíduos - 21 a 38 anos) ▪ 3 estudos com indivíduos que fizeram EFR acima de 50 anos (97 indivíduos - 61 a 67 anos) <p>Suplementação de proteína: soja e produtos derivados, ervilha e arroz isolados, soro do leite, leite e derivados, carne bovina</p> <p>Ingestão inicial de proteína: 0,9 g/kg massa corporal/dia</p>	<p>Resultados das análises dos estudos com EFR:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ a maior suplementação de proteína relatada elevou a ingestão para 3,1 g/kg massa corporal/dia ▪ a fonte de proteína não teve efeito no ganho de MM e força muscular - outras variáveis não foram consideradas (idade, <i>status</i> de treinamento físico, doença)

EFR, exercício físico resistido; MM, massa muscular; vs., *versus*

determinante de maior impacto para o ganho de MM em comparação a quantidade e fonte de proteína^{30,31}. O treinamento físico, com o passar do tempo, atenua o *turnover* de proteína pós exercício e limita o potencial de crescimento muscular³². Em relação a ausência de efeito da suplementação de proteína nos indivíduos mais velhos (> 45 anos), para os autores o motivo está relacionado a dose diária de proteína suplementada que foi menor (~ 20 g/dia) em comparação aos estudos com indivíduos mais jovens (~ 40 g/dia). Neste sentido, por mais que o EFR sensibilize os músculos para hiperaminoacidemia, é importante levar em conta as especificidades inerentes de cada indivíduo. Indivíduos treinados e mais velhos apresentam resistência a estímulos anabólicos e maior limiar de leucina^{11,12}, portanto, segundo Morton et al.²⁹, são os que mais se beneficiarão de maior ingestão de proteína para responder de modo otimizado o aumento de MM à suplementação.

Para ampliar a comparação entre a suplementação de soja com outras POA além do soro do leite feita por Morton et al.²⁹, Messina et al.³³ realizaram uma metanálise para comparar especificamente a suplementação de proteína de soja vs. proteínas animais no ganho de MM e força muscular em resposta ao EFR. A metanálise incluiu um total de 351 indivíduos saudáveis, treinados e não treinados. Os autores encontraram que a suplementação de proteína, de modo a elevar a ingestão inicial média de ~ 1,0 g/kg para ~ 1,8 g/kg massa corporal/dia, independente da fonte alimentar (soja isolada e derivados vs. soro do leite; soja isolada e derivados vs. outras proteínas - carne bovina e leite), resultou em aumento na MM e força. O número relativamente baixo de indivíduos não forneceu o poder apropriado para analisar a influência da idade e do *status* de treinamento físico nos resultados. Para esclarecimento, dos 9 estudos analisados, 7 foram com indivíduos não treinados, totalizando 304 participantes (de um total de 351).

A mais recente metanálise teve o objetivo de ampliar o estudo de Messina et al.³³ além da proteína da soja. Lim et al.³⁴ investigaram a diferença entre a suplementação de diversas POV (soja - isolada, bebidas e barras proteicas, ervilha, arroz isolados) vs. POA (soro do leite, caseína, leite e derivados, carne bovina) no ganho de MM e força em resposta ao EFR. Além de estudos com indivíduos saudáveis, treinados e não treinados, os autores incluíram estudos com indivíduos não saudáveis e aqueles que não associaram EFR. Dos 16 estudos avaliados pela metanálise, 11 estudos avaliaram o efeito da suplementação de proteína associado ao EFR (345 indivíduos, sendo 306 indivíduos não treinados, menor ingestão inicial relatada foi 0,9 g/kg massa corporal/dia e maior ingestão relatada com a suplementação foi de 3,1 g/kg massa corporal/dia). Neste grupo, não foi encontrada diferença entre a suplementação de POV e POA nos desfechos de MM e força. Nesta análise, não foi levada em consideração a idade dos indivíduos, *status* de treinamento físico e doença.

As três metanálises^{29,33,34} apresentam importantes respostas sobre o efeito da suplementação de POV associada ao EFR no aumento de MM e força muscular: não foram encontradas diferenças entre a proteína da

soja vs. soro do leite; entre a proteína da soja vs. carne bovina e leite; e entre a proteína da ervilha e arroz vs. soro do leite, caseína, leite e derivados e carne bovina. Mas, ainda há perguntas a serem respondidas. Indivíduos treinados e mais velhos parecem necessitar de maior ingestão de proteína para otimizar o ganho de MM e força muscular associado ao EFR^{11,12,29,32}. No entanto, as duas metanálises^{33,34} que tinham por objetivo avaliar o efeito da POV nestes desfechos não realizaram esta análise devido ao baixo número de estudos.

Outra questão importante para destaque é que os ensaios clínicos randomizados disponíveis na literatura, incluídos nas metanálises^{29,33,34}, avaliaram a suplementação de POV à dieta onívora. Estes estudos não avaliaram o efeito de uma dieta com ingestão exclusiva de alimentos de origem vegetal. Na verdade, os ensaios clínicos não avaliaram o padrão alimentar e assumiram que os indivíduos randomizados para o grupo suplementado com POA e POV consumiam uma dieta que era mais rica em proteína animal e proteína vegetal, respectivamente. Coletivamente, a suplementação de proteína elevou a ingestão diária de proteína (~1,8g/kg massa corporal/dia - independente se de POA ou POV) de acordo com recomendações atuais de ingestão ideal para estimular a SPM associada ao EFR^{16,17}. No entanto, a ausência de diferença de efeito entre a POV e POA no ganho de MM e força muscular não pode ser generalizada pois a adição de uma proteína vegetal à dieta onívora não fornece uma compreensão completa do papel que a fonte alimentar desempenha na mediação do anabolismo muscular em resposta ao exercício.

Esta questão é importante pois adaptações numa dieta vegana não devem ser feitas a partir de trocas absolutas entre alimentos pois alguns ensaios tanto a curto e longo prazo, demonstraram que o estímulo da SPM com POV é dependente da dose. A curto prazo, a resposta da SPM à suplementação aguda de POV após EFR (3 a 5 h) foi de menor magnitude em comparação a mesma quantidade absoluta de POA, ou seja, quando combinada de acordo com o teor de nitrogênio^{25,35,36}. Resultado atribuído, parcialmente, ao fato dos aminoácidos da POV serem mais direcionados para síntese proteica esplâncnica e oxidação em vez de SPM^{23,24}. No entanto, Gorissen et al.³⁷ demonstraram que a suplementação aguda de uma quantidade maior de proteína hidrolisada do trigo (60 g de proteína com 4,4 g de leucina) aumentou igualmente a SPM após o EFR (até 4 h) em comparação a dose de caseína (35 g de proteína e 3,2 g de leucina). O estudo de Joy et al.³⁸ mostrou que, durante 8 semanas de EFR, foi necessária a ingestão de uma quantidade maior de proteína isolada de arroz para garantir uma dose mínima de leucina para estimular a SPM e ganho de MM semelhante à proteína isolada do soro do leite. Assim, ao substituir a POA por POV, é importante buscar não a equivalência da quantidade absoluta de proteína, mas a suplementação de quantidades que garantam a equivalência de aminoácidos indispensáveis, em especial de leucina já que o aumento intracelular deste aminoácido demonstrou ser o principal impulsionador do SPM^{6,19}.

Esta lacuna metodológica dos estudos foi identificada por pesquisadores brasileiros que publicaram este ano (2021) o primeiro ensaio clínico da literatura científica para avaliar o efeito da fonte da

proteína em uma dieta vegana *versus* uma dieta onívora no ganho de MM e força em resposta a 12 semanas de EFR³⁹. O ensaio não foi randomizado. Foram recrutados indivíduos saudáveis que já possuíam uma dieta exclusiva em vegetais ou onívora por pelo menos um ano, fisicamente ativos, mas sem prática de EFR no mínimo há um ano, sem uso de suplementos proteicos e recursos ergogênicos nutricionais (caféina, creatina e outros) e sem histórico de uso de esteroides anabolizantes. A dieta habitual dos participantes foi avaliada por 4 semanas antes do início do estudo com o objetivo de ajustar a ingestão diária de proteína. Ao longo das 12 semanas, todos os dias, 2 vezes ao dia (café da manhã e no lanche da noite), os indivíduos consumiram suplemento de proteína em pó (soro do leite isolado ou soja isolada) para complementar a proteína da dieta habitual (alimentos inteiros) até alcançar 1,6 g/kg massa corporal/dia. Como resultado, os indivíduos com dieta vegana (alimentos inteiros e proteína suplementar de soja isolada) apresentaram aumento de MM e força semelhante ao grupo com dieta onívora. Este é o primeiro estudo com evidências de que a fonte alimentar de proteína não afeta as adaptações do EFR em homens, jovens e não treinados que consomem a quantidade de proteína recomendada pela literatura (1,6 g/kg massa corporal/dia).

O estudo é promissor e lança uma série de observações a serem consideradas em investigações futuras. A ingestão inicial dos indivíduos com dieta vegana era inferior à dos indivíduos com dieta onívora, portanto, foi necessária uma dose absoluta maior de proteína suplementar de soja para atingir 1,6 g/kg massa corporal/dia (~ 58 g de proteína isolada de soja *versus* ~ 41 g de proteína isolada de soro do leite). A complementação da dieta com uma proteína em pó processada e isolada contribuiu também para aumentar a ingestão de aminoácidos indispensáveis, em especial leucina, mas não o suficiente para igualar a ingestão dos indivíduos com dieta onívora (respectivamente: aminoácidos indispensáveis ~ 21g *versus* ~ 26 g/refeição; leucina ~ 2,25 g *versus* ~ 2,75 g/refeição). No entanto, foi o suficiente para atingir o intervalo de ingestão recomendado por sociedades internacionais de nutrição para estimular ao máximo o anabolismo muscular em resposta ao EFR: aminoácidos indispensáveis de 6 a 15 g/refeição, sendo 0,7-3 g de leucina^{16,17}. Outra questão importante é que a dieta vegana apresentou o dobro de fibras em comparação a dieta onívora, o que pode elevar a ingestão de fatores antinutricionais e diminuir a digestibilidade da proteína. Assim, os autores apontam a necessidade de um estudo com maior tempo de duração para avaliar o impacto a longo prazo destas questões específicas, assim como, ampliar a investigação com outros indivíduos, em especial aqueles treinados e mais velhos.

Adequação da ingestão de POV para estimular a SPM

De maneira geral, a adequação da ingestão de proteína numa dieta com ingestão exclusiva de alimentos vegetais não parece ser tão simples quando o objetivo é otimizar as adaptações pelo EFR de MM e força muscular. Considerando que as POV apresentam aminoácidos indispensáveis em menor quantidade,

possuem menor digestibilidade e ainda diferem uma das outras quanto a estas características (Tabela 1), elencamos três desafios para a adequação de proteína numa dieta vegana para maximizar a SPM em resposta ao EFR. O primeiro desafio está em adequar a quantidade total de proteína de modo a garantir a equivalência de aminoácidos indispensáveis, especialmente da leucina^{6,8}. O segundo desafio está em conseguir esta adequação para os indivíduos treinados e mais velhos que se beneficiam de uma ingestão maior de proteína^{11,29}. O terceiro e maior desafio está na adequação dietética para atletas que, por si só, necessitam de um aporte calórico maior para suprir o gasto energético da rotina intensa de treinamento físico⁴⁰.

Uma primeira estratégia é a utilização de fontes alimentares vegetais que passaram por processamento para isolar as proteínas e são comercializadas em pó. A POV processada em pó oferece a vantagem de ser desprovida de fatores antinutricionais e pode ser útil em otimizar a densidade energética da dieta. A tentativa de consumir apenas alimentos integrais para atingir as quantidades recomendadas de proteína, aminoácidos indispensáveis e leucina, pode ser um desafio, pois pode levar ao aumento da ingestão de calorias e de fatores antinutricionais. Das fontes de POV, a qualidade da proteína isolada da soja é superior à de outras POV e relativamente semelhante à das POA^{8,9}. Essa estratégia pode ser útil para os idosos que apresentam uma diminuição do apetite e outros fatores inerentes ao envelhecimento, que diminuem por si só, a ingestão alimentar¹³.

Uma segunda estratégia é priorizar a ingestão de diferentes alimentos vegetais fontes de proteína com o objetivo de atingir a quantidade adequada de aminoácidos indispensáveis. Por exemplo, a combinação de alimentos com menos lisina e mais metionina (trigo, arroz e milho) com alimentos com mais lisina e menos metionina (feijão, aveia, soja e ervilha). Atualmente, é possível encontrar combinações de proteínas processadas em pó, por exemplo de ervilha e arroz. Uma terceira estratégia é a utilização de técnicas de preparo como imersão em água e cocção para aumentar a cinética de digestão e absorção dos aminoácidos^{8,9}. É importante destacar que numa dieta com ingestão exclusiva de alimentos vegetais é preciso adequar não somente a quantidade de proteínas, mas também de vitamina B12, ferro, cálcio e creatina que são encontrados em POA e contribuem direta e indiretamente para a SPM⁴⁰.

CONCLUSÃO

Numa dieta onívora, há evidências sólidas de que a suplementação de POV, a ponto de elevar a ingestão para ~1,8 g/kg massa corporal/dia, apresenta capacidade semelhante à suplementação de POA em aumentar a massa e força muscular associada ao exercício físico resistido em indivíduos jovens e não treinados. Numa dieta com ingestão exclusiva de alimentos de origem vegetal, o único ensaio clínico encontrado com adultos jovens e não treinados, apresenta evidências promissoras de que a fonte

alimentar da proteína não afeta as adaptações induzidas pelo exercício físico resistido com a ingestão adequada de proteína de ~1,6 g/kg massa corporal/dia. Por ora, numa dieta vegana, para atingir as recomendações de proteína modo a sustentar o anabolismo muscular,

sugere-se que sejam utilizadas estratégias como o aumento da quantidade absoluta da proteína, combinação de diferentes fontes alimentares e o uso de suplementos processados.

REFERÊNCIAS

- Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169> PMID:30312372 PMCid:PMC6322506
- Wolfe RR. The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am J Clin Nutr*. 2006;84(3):475-82. <https://doi.org/10.1093/ajcn/84.3.475> PMID:16960159
- Prado CM, Purcell SA, Alish C, Pereira SL, Deutz NE, Heyland DK, et al. Implications of low muscle mass across the continuum of care: a narrative review. *Ann Med*. 2018;50(8):675-93. <https://doi.org/10.1080/07853890.2018.1511918> PMID:30169116 PMCid:PMC6370503
- Li R, Xia J, Zhang XI, Gathirua-Mwangi WG, Guo J, Li Y, et al. Associations of muscle mass and strength with all-cause mortality among US older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2018;50(3):458-67. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001448> PMID:28991040 PMCid:PMC5820209
- Santos CS, Nascimento FEL. Isolated branched-chain amino acid intake and muscle protein synthesis in humans: a biochemical review. *einstein (São Paulo)*. 2019;17(3):eRB4898. https://doi.org/10.31744/einstein_journal/2019RB4898 PMID:31508659 PMCid:PMC6718193
- Phillips SM. The impact of protein quality on the promotion of resistance exercise-induced changes in muscle mass. *Nutri Metab* 2016;13(64):1-9. <https://doi.org/10.1186/s12986-016-0124-8> PMID:27708684 PMCid:PMC5041535
- Brook MS, Wilkinson DJ, Smith K, Atherton PJ. It's not just about protein turnover: the role of ribosomal biogenesis and satellite cells in the regulation of skeletal muscle hypertrophy. *Eur J Sport Sci*. 2019;19(7):952-63. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1569726> PMID:30741116
- Berrazaga I, Micard V, Gueugneau M, Walrand S. The role of the anabolic properties of plant-versus animal-based protein sources in supporting muscle mass maintenance: A critical review. *Nutrients*. 2019;11(8):1825. <https://doi.org/10.3390/nu11081825> PMID:31394788 PMCid:PMC6723444
- van Vliet S, Burd NA, van Loon LJ. The skeletal muscle anabolic response to plant-versus animal-based protein consumption. *J Nutr*. 2015;145(9):1981-91. <https://doi.org/10.3945/jn.114.204305> PMID:26224750
- IBGE. Projeção da População 2018: Agência IBGE Notícias; 2018 [cited 2021 Sep 07]. Available from: <https://bit.ly/3hajmkk>
- Wall BT, Gorissen SH, Pennings B, Koopman R, Groen BB, Verdijk LB, et al. Aging is accompanied by a blunted muscle protein synthetic response to protein ingestion. *PLoS One*. 2015;10(11):e0140903. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140903> PMID:26536130 PMCid:PMC4633096
- Brook MS, Wilkinson DJ, Mitchell WK, Lund JN, Szewczyk NJ, Greenhaff PL, et al. Skeletal muscle hypertrophy adaptations predominate in the early stages of resistance exercise training, matching deuterium oxide-derived measures of muscle protein synthesis and mechanistic target of rapamycin complex 1 signaling. *FASEB J*. 2015;29(11):4485-96. <https://doi.org/10.1096/fj.15-273755> PMID:26169934
- Alexandrov NV, Eelderink C, Singh-Povel CM, Navis GJ, Bakker SJ, Corpeleijn E. Dietary protein sources and muscle mass over the life course: The Lifelines Cohort Study. *Nutrients*. 2018;10(10):1471. <https://doi.org/10.3390/nu10101471> PMID:30308987 PMCid:PMC6212815
- IBOPE. Pesquisa de opinião pública sobre vegetarianismo: Ibope inteligência; 2018 [cited 2021 Sep 7]. Available from: <https://bit.ly/3z2cEmR>
- Hudson JL, Wang Y, Bergia III RE, Campbell WW. Protein Intake Greater than the RDA Differentially Influences Whole-Body Lean Mass Responses to Purposeful Catabolic and Anabolic Stressors: A Systematic Review and Meta-analysis. *Adv Nutr*. 2020;11(3):548-58. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz106> PMID:31794597 PMCid:PMC7231581
- Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, et al. International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017;14(20):1-25. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8> PMID:28642676 PMCid:PMC5477153
- Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018;15(38):1-57. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y> PMID:30068354 PMCid:PMC6090881
- Hector AJ, Phillips SM. Protein recommendations for weight loss in elite athletes: A focus on body composition and performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018;28(2):170-7. <https://doi.org/10.1123/ijnsnem.2017-0273> PMID:29182451
- Wilkinson DJ, Hossain T, Hill DS, Phillips BE, Crossland H, Williams J, et al. Effects of leucine and its metabolite β -hydroxy- β -methylbutyrate on human skeletal muscle protein metabolism. *J Physiol*. 2013;591(11):2911-23. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.253203> PMID:23551944 PMCid:PMC3690694
- World Health Organization, Food and Agriculture Organization. Protein Quality Evaluation: Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation 1989. FAO Food and nutrition paper 51. Rome, Italy: FAO/UN; 1991 [cited 2021 Sep 7]. Available from: <https://bit.ly/3yTZI29>
- World Health Organization, Food and Agriculture Organization. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation 2011. Food and nutrition paper 92. Rome, Italy: FAO/UN; 2013 [cited 2021 Sep 7]. Available from: <https://bit.ly/3zRc0JZ>
- US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2016. Nutrient Data Laboratory. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28 (Slightly revised). Version Current: May 2016 [cited 2021 Sep 7]. Available from: <https://bit.ly/3BMz39m>
- Fouillet H, Juillet B, Gaudichon C, Mariotti F, Tomé D, Bos C. Absorption kinetics are a key factor regulating postprandial protein metabolism in response to qualitative and quantitative variations in protein intake. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2009;297(6):R1691-R705. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00281.2009> PMID:19812354
- Bos C, Metges CC, Gaudichon C, Petzke KJ, Pueyo ME, Morens C, et al. Postprandial kinetics of dietary amino acids are the main determinant of their metabolism after soy or milk protein ingestion in humans. *J Nutr*. 2003;133(5):1308-15. <https://doi.org/10.1093/jn/133.5.1308> PMID:12730415
- Yang Y, Churchward-Venne TA, Burd NA, Breen L, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Myofibrillar protein synthesis following ingestion of soy protein isolate at rest and after resistance exercise in elderly men. *Nutri Metab (Lond)*. 2012;9(1):57. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-9-57> PMID:22698458 PMCid:PMC3478988
- Rutherford SM, Fanning AC, Miller BJ, Moughan PJ. Protein digestibility-corrected amino acid scores and digestible indispensable amino acid scores differentially describe protein

- quality in growing male rats. *J Nutr* 2015;145(2):372-9. <https://doi.org/10.3945/jn.114.195438> PMID:25644361
27. Marinangeli CP, House JD. Potential impact of the digestible indispensable amino acid score as a measure of protein quality on dietary regulations and health. *Nutr Rev*. 2017;75(8):658-67. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux025> PMID:28969364 PMCID:PMC5914309
 28. Hodgkinson SM, Montoya CA, Scholten PT, Rutherford SM, Moughan PJ. Cooking conditions affect the true ileal digestible amino acid content and digestible indispensable amino acid score (DIAAS) of bovine meat as determined in pigs. *J Nutr*. 2018;148(10):1564-9. <https://doi.org/10.1093/jn/nxy153> PMID:30204886
 29. Morton RW, Murphy KT, McKellar SR, Schoenfeld BJ, Henselmans M, Helms E, et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *Br J Sports Med*. 2018;52(6):376-84. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608> PMID:28698222 PMCID:PMC5867436
 30. Mobley CB, Haun CT, Roberson PA, Mumford PW, Romero MA, Kephart WC, et al. Effects of whey, soy or leucine supplementation with 12 weeks of resistance training on strength, body composition, and skeletal muscle and adipose tissue histological attributes in college-aged males. *Nutrients*. 2017;9(9):972. <https://doi.org/10.3390/nu9090972> PMID:28869573 PMCID:PMC5622732
 31. Reidy PT, Borack MS, Markofski MM, Dickinson JM, Deer RR, Husaini SH, et al. Protein supplementation has minimal effects on muscle adaptations during resistance exercise training in young men: a double-blind randomized clinical trial. *J Nutr*. 2016;146(9):1660-9. <https://doi.org/10.3945/jn.116.231803> PMID:27466602 PMCID:PMC4997282
 32. Kim PL, Staron RS, Phillips SM. Fasted-state skeletal muscle protein synthesis after resistance exercise is altered with training. *J Physiol*. 2005;568(Pt 1):283-90. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.093708> PMID:16051622 PMCID:PMC1474760
 33. Messina M, Lynch H, Dickinson JM, Reed KE. No difference between the effects of supplementing with soy protein versus animal protein on gains in muscle mass and strength in response to resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2018; 28(6):674-85. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0071> PMID:29722584
 34. Lim MT, Pan BJ, Toh DWK, Sutanto CN, Kim JE. Animal protein versus plant protein in supporting lean mass and muscle strength: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrients*. 2021;13(2):661. <https://doi.org/10.3390/nu13020661> PMID:33670701 PMCID:PMC7926405
 35. Tang JE, Moore DR, Kujbida GW, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *J Appl Physiol* (1985). 2009;107(3):987-92. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00076.2009> PMID:19589961
 36. Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, MacDonald MJ, MacDonald JR, Armstrong D, Phillips SM. Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *Am J Clin Nutr*. 2007;85(4):1031-40. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.4.1031> PMID:17413102
 37. Gorissen SH, Horstman AM, Franssen R, Crombag JJ, Langer H, Bierau J, et al. Ingestion of wheat protein increases in vivo muscle protein synthesis rates in healthy older men in a randomized trial. *J Nutr*. 2016;146(9):1651-9. <https://doi.org/10.3945/jn.116.231340> PMID:27440260
 38. Joy JM, Lowery RP, Wilson JM, Purpura M, de Souza EO, Wilson SM, et al. The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. *Nutr J*. 2013;12:86. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-86> PMID:23782948 PMCID:PMC3698202
 39. Hevia-Larraín V, Gualano B, Longobardi I, Gil S, Fernandes AL, Costa LAR, et al. High-protein plant-based diet versus a protein-matched omnivorous diet to support resistance training adaptations: a comparison between habitual vegans and omnivores. *Sports Med*. 2021;51(6):1317-30. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01434-9> PMID:33599941
 40. Rogerson D. Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017;14:36. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0192-9> PMID:28924423 PMCID:PMC5598028

Conflitos de interesse: Os autores informam não haver conflitos de interesse relacionados a este artigo.

Contribuição individual dos autores:

Concepção e desenho do estudo: CSS, ESOJ, MJLS

Análise e interpretação dos dados: Não se aplica

Coleta de dados: CSS, ESOJ, MJLS

Redação do manuscrito: CSS, ESOJ, MJLS, EAE

Revisão crítica do texto: EAE

Aprovação final do manuscrito*: CSS, ESOJ, MJLS, EAE

Análise estatística: Não se aplica

Responsabilidade geral pelo estudo: CSS, ESOJ, MJLS, EAE

*Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito submetido para publicação da Rev Cienc Saude.

Informações sobre financiamento: não se aplica.