
Associação do consumo de ovos com a síntese de proteína muscular: uma revisão de literatura

Association of egg consumption with muscle protein synthesis: a literature review

Emanuel Magno Garcia ¹, Vanessa Roriz Ferreira de Abreu ²

¹ Graduando em Nutrição pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás - GO

² Nutricionista; Professora da PUC Goiás; Especialização em Docência e Gestão do Ensino Superior (Universidade Estácio de Sá); Mestrado em Nutrição e Saúde (FANUT UFG); Doutorado em Ciências da Saúde (FM UFG)

E-mail: Emanuel Magno Garcia – magno8200@gmail.com

Resumo

Objetivo: Avaliar as evidências científicas atuais sobre os possíveis efeitos do consumo de ovos (in natura ou albumina em pó) na hipertrofia muscular. **Método:** Trata-se de uma revisão de literatura nas bases de dados National Library of Medicine (PubMed), Scientific Eletronic Library Online (Scielo), nos últimos 15 anos, foi utilizado os descritores: Ovo; Albumina; Hipertrofia; Treinamento de resistência; Massa muscular esquelética; Síntese proteica miofibrilar. **Resultados:** Foram selecionados 10 artigos. Foi observado que, de forma geral, a síntese proteica muscular é melhor estimulada mediante o consumo do ovo inteiro. Efeitos antioxidante, anti-inflamatório e diminuição da fadiga mental foram observados após consumo de ovos. Foi evidenciado que o café da manhã com ovos resultou em maiores taxas de balanço líquido proteico em relação ao café da manhã com cereais, devido a concentrações de aminoácidos essenciais muito maiores nos ovos, resultando em maior estímulo de síntese proteica. **Conclusão:** o ovo possui grande potencial no aumento de força e hipertrofia muscular, por ser uma proteína de alto valor biológico, alta digestibilidade e alto teor de aminoácidos essenciais. Contudo, não foi confirmado aumento de força e maior síntese proteica muscular em grupos de atletas que consumiram ovos versus outras fontes proteicas ou suplementos de carboidratos.

Palavras-chave: Ovo. Albumina. Hipertrofia. Treinamento de resistência. Massa muscular esquelética. Síntese proteica miofibrilar.

Abstract

Objective: To evaluate the current scientific evidence on the possible effects of egg consumption (raw or powdered albumin) on muscle hypertrophy. **Method:** This is a literature review of the National Library of Medicine (PubMed) and Scientific Electronic Library Online (Scielo) databases over the last 15 years, using the following descriptors: Egg; Albumin; Hypertrophy; Resistance training; Skeletal muscle mass; Myofibrillar protein synthesis. **Results:** 10 articles were selected. It was observed that, in general, muscle protein synthesis is best stimulated by consuming whole eggs. Antioxidant, anti-inflammatory effects and decreased mental fatigue were observed after egg consumption. It was evidenced that breakfast with eggs resulted in higher net protein balance rates compared to breakfast with cereals, due to much higher concentrations of essential amino acids in eggs, resulting in greater stimulation of protein synthesis. **Conclusion:** the egg has great

potential in increasing strength and muscle hypertrophy because it is a protein of high biological value, high digestibility and high content of essential amino acids. However, an increase in strength and greater muscle protein synthesis was not confirmed in groups of athletes who consumed eggs versus other protein sources or carbohydrate supplements.

Keywords: Egg. Albumin. Hypertrophy. Resistance training. Skeletal muscle mass. Myofibrillar protein synthesis.

INTRODUÇÃO

O exercício físico juntamente com uma dieta adequada é imprescindível na busca de modificações no peso e composição corporal. Cada vez mais pessoas de todos os grupos sociais tem se preocupado com a estética corporal, saúde e bem-estar. Os jovens são os mais interessados em construir um físico atlético, logo, buscam alternativas eficazes e econômicas para o alcance de um corpo estético com o desenvolvimento da massa muscular e redução do percentual de gordura¹.

A hipertrofia muscular esquelética é uma adequação morfofisiológica caracterizada pelo processo através do qual se dá o aumento da massa muscular, consequência do treinamento resistido (TR) e de um balanço energético e proteico positivo entre a relação síntese versus degradação proteica. Para alcançar a hipertrofia, é necessário que o organismo esteja em uma circunstância metabólica favorável. Uma estratégia eficaz para promover a hipertrofia e alterações estruturais do músculo é a junção da ingestão proteica adequada e do treinamento resistido (TR). A união desses fatores é fundamental para a modulação corporal do indivíduo, como, o aumento da taxa de massa muscular esquelética (MME) e redução do percentual de gordura corporal².

O consumo de nutrientes por meio da alimentação é capaz de desencadear reações bioquímicas que otimizam a atividade celular, enzimática e metabólica de diversos sistemas. A ingestão da proteína de alta qualidade potencializa a síntese proteica muscular (MPS). É considerado como uma fonte de proteína de alta qualidade, o ovo, devido a sua disposição de aminoácidos e componentes não proteicos que atuam na resposta anabólica, maximizando a síntese da proteína do músculo em resposta ao exercício³⁻⁴.

O ovo, além de ser um alimento de baixo custo, em relação a outras fontes de proteínas, é uma fonte de alta qualidade, como soro de leite, caseína e soja, devido a sua disposição de

aminoácidos e digestibilidade. A ingestão da proteína de forma completa tem potencial para a otimização do aumento da massa muscular esquelética. É importante verificar qual a melhor forma da ingestão do ovo para otimizar a síntese proteica muscular (MPS), bem como comparar os efeitos da ingestão do ovo inteiro e ingestão de clara de ovo na síntese proteica muscular³.

Este estudo objetivou avaliar as evidências científicas atuais sobre os possíveis efeitos do consumo de ovos (in natura ou albumina em pó) na hipertrofia muscular.

MÉTODO

Este estudo trata-se de uma revisão bibliográfica narrativa, na qual foram utilizadas as seguintes bases de dados para pesquisa dos artigos: National Library of Medicine (PubMed), Scientific Eletronic Library Online (Scielo), Scholar Google. No intuito de complementar a pesquisa e abranger todo assunto, foram utilizadas as referências dos artigos selecionados. Foram considerados artigos publicados nos últimos 15 anos, sem restrição de idiomas e todos os artigos originais relacionados com a associação do consumo de ovos com a síntese de proteína muscular.

Foram excluídas publicações como artigos de opinião, revisões de literatura, trabalho de conclusão de curso (TCC), editoriais, séries de casos e comentários, livros, dissertações, teses, pesquisas com animais, crianças, adolescentes, estudos de caso.

A busca dos artigos foi realizada por meio de Descritores em Ciência da Saúde (DeCS) nos idiomas português: ovo, albumina, hipertrofia, treinamento de resistência, massa muscular esquelética, composição do corpo, massa magra, síntese proteica miofibrilar e seus respectivos termos em inglês: *egg, albumin, hypertrophy, resistance training, skeletal muscle mass, body composition, lean mass, myofibrillar protein synthesis*.

Para a escolha dos artigos, foi realizado inicialmente a leitura do título e posteriormente a leitura do resumo. Quando considerados relevantes para o tema, foi feita a leitura completa da publicação. O período de busca foi entre o mês de agosto de 2022 e abril de 2023.

RESULTADOS

Os estudos selecionados e incluídos na tabela foram publicados entre os anos de 2008 e 2021 e tiveram como objetivos avaliar a ingestão do ovo inteiro versus somente clara, o perfil de aminoácidos essenciais (EAA), a resposta metabólica à dose proteica, efeitos na adiponectina, força muscular, capacidade antioxidante, fadiga mental, potência anaeróbica, composição corporal, marcadores inflamatórios, hipertrofia e síntese de proteína muscular. Os tipos de estudos foram ensaio cruzado duplo-cego, ensaio cruzado, estudo clínico randomizado controlado, estudo randomizado duplo-cego e controlado e estudo piloto duplo-cego, randomizado e controlado, conforme tabela 1. Os estudos foram realizados no Japão, Canadá, Estados Unidos, Coreia e Irã, com pessoas de ambos os sexos, da faixa etária de 18 a 74 anos, praticantes ou não de atividade física. Os tipos de exercícios presentes nos estudos foram Leg press, Cadeira extensora, Agachamento, Supino, Levantamento terra, Desenvolvimento de ombros, Abdominais, Panturrilha, Flexão de braços, Remada sentado, Preensão manual, Ergômetro, Canoagem, Triatlo e Levantamento de peso.

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação⁵, mostrou que a digestibilidade da carne, laticínios e ovos é acima de 90%. As proteínas vegetais não são completas em relação aos aminoácidos como a leucina e possuem menor taxa de digestibilidade (45-80%), o que leva a taxa da síntese proteica ser menor em relação a proteína animal. Além disso, mostrou que a proteína com a maior taxa de digestibilidade é o ovo com 97% em relação aos laticínios com 95% e carnes com 94%.

Nos estudos de Hida et al. (2012)⁶ e Ullevigi et al. (2021)⁷ foram equivalentes o aumento da força muscular em ambos os grupos que consumiram tanto a proteína do ovo e maltodextrina sendo 15,0 g de proteína de clara de ovo x 17,5 g de maltodextrina (Hida) e 20g PTN do ovo x Maltodextrina (Ullevigi); além disso Ullevigi et al. (2021)⁷ relatou o aumento os níveis séricos de ureia e citrulina no grupo de proteína e mudanças nos metabólitos de proteínas.

Bagheri et al. (2020)³ e Bagheri et al., (2021)⁸ ambos relataram a perda de massa gorda, além disso Bagheri et al., (2020)³ mostraram que os dois grupos que utilizaram: 3 ovos inteiros x 6 claras de ovos tiveram aumento de força, níveis de testosterona e preensão manual.

Vliet et al., (2017)⁴ e Sawan et al., (2018)⁹ tiveram como semelhança os maiores níveis de síntese proteica muscular após a ingestão do ovo inteiro em relação a clara do ovo sendo 3 ovos inteiros x aproximadamente 6 claras de ovos (Sawan) e 18 g de PTN (1,57 g de leucina), para os ovos inteiros e 18 g de PTN (1,60 g de leucina), para as claras de ovos (Vliet).

Estudo de Ratliff et al., (2008)¹⁰ evidenciou que os ovos possuem o antioxidante Luteína que possui provável efeito anti-inflamatório e Mariko et al., (2020)¹¹ relatou a diminuição da fadiga mental e potencializou a capacidade antioxidante do ovo.

Moore et al., (2008)¹² mostraram que 20g de proteína estimulou ao máximo a síntese proteica muscular e alcançou platô com 20g, acima disso houve o aumento de oxidação da leucina.

Já o estudo de Kim et al., (2017)¹³ relatou que o café da manhã com ovos e carboidratos tiveram a síntese proteica semelhante e maiores concentrações de aminoácidos no café da manhã com a presença do ovo.

Com relação aos estudos que não evidenciaram diferenças entres os grupos de participantes, foi avaliado que as medidas de Aminoácido livre de soro e 1RM (flexão de perna, agachamento e supino) aumentaram em ambos os grupos que consumiram 15,0 g de proteína de clara de ovo versus 17,5 g de maltodextrina⁶. Já os grupos que consumiram o ovo inteiro e somente clara de ovo experimentaram um aumento na força muscular e poder anaeróbico ao longo do tempo.⁸ De acordo com Vliet et al., (2017)⁴, a disponibilidade plasmática total de leucina durante o período pós-prandial de 300 minutos foi semelhante entre os grupos que consumiram 18 g de proteínas (1,57 g de leucina) de ovos inteiros e 18 g de proteínas (1,60 g de leucina) de claras de ovos.

A síntese proteica muscular não foi diferente entre as refeições: 2 cafés da manhã proteínas de cereal (6,9 g de aminoácidos) versus proteínas do ovo (9,2g de aminoácidos), apesar das grandes diferenças nas respostas plasmáticas de aminoácidos essenciais¹³. Não houve diferença entre os grupos que consumiram 3 ovos inteiros, comparados à aproximadamente 6 claras de ovos na massa muscular. Também não teve influência em quaisquer alterações no fator de crescimento de

fibroblastos-2, Fator de crescimento transformador- γ 1, Activina, Folistatina, Miostatina, desenvolvimento de força muscular ou alterações na composição corporal, quando a ingestão total de proteínas foi mantida⁸.

Tabela 1 - Principais características dos estudos selecionados sobre os efeitos do consumo de ovos na hipertrofia muscular.

Autor/ ano	Tipo de estudo	Local	População			Objetivo	Consumo de proteínas do ovo	Tipo de exercício físico	Principais resultados
			n	idade	sexo				
MOORE et al., 2008	-	Canadá	6	22	Masculino	Resposta à dose de proteína ingerida da síntese de proteína muscular e albumina após exercício resistido em homens jovens	Bebidas contendo 0, 5, 10, 20 ou 40 g de proteína de ovo inteiro	Leg press, extensão do joelho e flexão da perna.	-A MPS aumentou de modo dependente da dose de ingestão de proteína na dieta e foi estimulada ao máximo (platô) com 20 g; -A ingestão de 20 g de proteína intacta é suficiente para estimular ao máximo a MPS e a APS após o exercício resistido; - A oxidação da leucina aumentou significativamente após a ingestão de 20 e 40 g de proteína.
RATLIFF et al., 2008	-	USA	28	40-70	Masculino	Examinar os efeitos dos ovos (uma fonte de colesterol e luteína na dieta) na adiponectina, um marcador de sensibilidade à insulina, e em marcadores inflamatórios no contexto de uma DRC	3 ovos	-	Uma dieta restrita em carboidratos com ingestão diária de ovos diminuiu a PCR plasmática e aumentou a adiponectina plasmática em comparação com uma CRD sem ovos - Luteína presente nos ovos: antioxidante com provável efeito anti-inflamatório
HIDA et al., 2012	Ensaio clínico Duplo-Cego	Japão	30	18-22	Feminino	Avaliar os efeitos da proteína da clara de ovo em comparação com a ingestão de carboidratos antes do exercício na massa livre de gordura (FFM), força muscular de uma repetição máxima (1RM) e bioquímica sanguínea em atletas do sexo feminino.	15,0 g de proteína de clara de ovo x 17,5 g de maltodextrina	Extensão de perna, Agachamento e Supino.	-A suplementação de proteína de clara de ovo causou um aumento significativo na força muscular de resistência, bem como a suplementação de carboidratos -As avaliações de MLG e 1RM (ou seja, flexão de perna, extensão de perna, agachamento e supino) aumentaram em ambos os grupos. -Os níveis séricos de ureia e citrulina sérica após o regime de 8 semanas aumentaram significativamente apenas no grupo de proteína; -Em comparação com o suplemento de carboidratos, a proteína foi associada com algumas mudanças nos metabólitos de proteínas, mas não com mudanças na composição corporal ou força

									muscular.
VLIET et al., 2017	Ensaio cruzado	Canadá	10	20-27	Masculino	Comparar as respostas metabólicas proteicas de corpo inteiro e muscular após o consumo de ovos inteiros com clara de ovo durante a recuperação do exercício em homens jovens.	18 g de PTN (1,57 g de leucina), para os ovos inteiros e 18 g de PTN (1,60 g de leucina), para as claras de ovos.	Leg press e extensão de perna	<ul style="list-style-type: none"> - A disponibilidade plasmática total de leucina durante o período pós-prandial de 300 minutos foi semelhante - A ingestão de ovo inteiro aumentou a resposta sintética da proteína miofibrilar pós-exercício em maior extensão do que a ingestão de clara de ovo (P = 0,04). - As taxas de síntese proteica miofibrilar pós exercício são estimuladas em maior extensão após o consumo de ovos inteiros
KIM et al., 2017	-	Coreia	14	54-74	Ambos os sexos	Demonstrar que o conteúdo relativo e o perfil de aminoácidos essenciais (EAA) desempenham um papel determinante na estimulação da síntese de proteína muscular (MPS) após a ingestão de EAA puro ou apenas proteína.	2 cafés da manhã. PTN de cereal (6,9 g de aminoácidos) X PTN do ovo (9,2g de aminoácidos)	-	<ul style="list-style-type: none"> - O café da manhã com ovo teve melhores e maiores concentrações de aminoácidos, principalmente a leucina. - O café da manhã com ovos também resultou em maior balanço líquido (cinética da proteína corporal total, expressa como alterações do período basal de jejum) e síntese proteica semelhante. -A MPS não foi diferente entre as refeições, apesar das grandes diferenças nas respostas plasmáticas de EAA
SAWAN et al., 2018	Ensaio cruzado	Canadá	10	20-27	Masculino	Determinar se a ingestão de ovo inteiro ou clara de ovo influencia diferencialmente nos principais reguladores do alvo mecanista da rapamicina complexo 1 (mTORC1)	18g de proteínas: 3 ovos inteiros x aprox. 6 claras de ovos	Leg press e extensão de perna	- A maior resposta de MPS pós-exercício foi com a ingestão de ovo inteiro, que está relacionado em parte a um aumento do recrutamento de mTORC1, sugerindo que fatores dietéticos não proteicos influenciam a regulação pós-exercício.
BAGHERI et al., 2020	Estudo clínico randomizado controlado	Irã	30	24-30	Masculino	Comparar os efeitos da ingestão de ovo inteiro e ingestão de clara de ovo durante 12 semanas de treinamento de resistência na composição corporal,	1º grupo: 3 ovos inteiros x 2º grupo: 6 claras de ovos	Cadeira extensora (extensão de perna)	<ul style="list-style-type: none"> - Ambos os grupos que consumiram o ovo inteiro e somente clara de ovo experimentaram um aumento na força muscular e poder anaeróbico ao longo do tempo. -Indivíduos que consumiram ovos inteiros pós exercício aumentaram a extensão do joelho, níveis

						força muscular e potência anaeróbica em homens jovens treinados em resistência.			de testosterona e força de preensão manual, bem como reduziram o percentual de gordura, em comparação à ingestão de clara de ovo. - Não houve diferença entre os grupos na massa muscular.
BAGHERI et al., 2020	Estudo clínico randomizado controlado	Irã	30	24-30	Masculino	Comparar os efeitos da ingestão de ovo inteiro vs. clara de ovo durante 12 semanas de treinamento resistido (TR) sobre os marcadores regulatórios do músculo esquelético e composição corporal em homens treinados em resistência.	3 ovos inteiros x aprox. 6 claras de ovos	Supino, Levantamento terra, Desenvolvimento de ombros, Abdominais, Panturrilha, Agachamento livre, Flexão de braços, remada sentada.	- O consumo de gema de ovo ao longo de 12 semanas não teve influência em quaisquer alterações no FGF-2, TGF- β 1, AVCA, FLST, MSTN, desenvolvimento de força muscular ou alterações na composição corporal, quando a ingestão total de proteínas é mantida - Massa gorda, fator de crescimento transformador- β 1, ativina A e miostatina diminuíram significativamente (P < 0,05) em ambos os grupos.
MARIKO et al., 2020	Estudo randomizado, duplo-cego e controlado	Japão	19 x 74	20-22	Masculino	Mostrar que a ingestão de hidrolisado de clara de ovo pode melhorar a capacidade antioxidante e reduzir a fadiga mental.	5g de hidrolisado de clara de ovo	Ergômetro, Canoagem, Triatlo, Levantamento de peso	- A ingestão de EWH melhorou a capacidade antioxidante com uma única dose e reduziu a fadiga mental após 2 semanas de ingestão.
ULLEVI et al., 2021	Estudo piloto duplo-cego, randomizado e controlado	-	29	60-70	Feminino	Avaliar o impacto da suplementação de proteína de clara de ovo na massa muscular, força e função física em mulheres idosas, predominantemente latinas	20g PTN do ovo x Maltodextrina	Prensão manual, Flexão de braços	-Ingestão de proteínas, força de preensão manual e número de flexões de braço melhoraram significativamente no grupo de intervenção (suplementação diária de proteína de clara de ovo)

Siglas: 1 RM= Força muscular de uma repetição máxima; ACVA= Activina A; APS = Síntese de proteína de albumina; CRD= Dieta restrita em carboidratos; EAA = Aminoácidos essenciais; EWH= Hidrolisado de clara de ovo; FFM= Massa livre de gordura; FGF-2= fator de crescimento de fibroblastos-2; FLST= Folistatina; MGL= Aminoácido livre de soro; MPS= Síntese Proteica Muscular; MSTN= Miostatina; mTORC1= Alvo Mecanicista do Complexo 1 de Rapamicina; PCR= Proteína C reativa; PTN = Proteína; TGF- β 1= Fator de crescimento transformador- β 1

DISCUSSÃO

O IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)¹⁴ em 2017-2018 relatou que alimentos como carnes, arroz, feijão e frutas tiveram seu consumo reduzido devido ao orçamento familiar. Entretanto, o ovo teve seu consumo aumentado nas famílias brasileiras⁸. A ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal) relatou que o ovo é a proteína que mais cresce em relação ao consumo nos últimos quinze anos. Em 2007 cada brasileiro consumia cerca de 131 ovos por ano, já no ano de 2021 esse consumo quase dobrou com 257 unidades por ano, sendo uma fonte proteica significativa no consumo dos brasileiros¹⁵.

Ovos são importantes fontes de nutrientes, entre eles os lipídios, vitaminas, minerais e proteínas de alto valor biológico. A unidade média de 50 gramas (1 ovo de galinha inteiro cozido sem sal), contém 62 calorias, 5,20 gramas de proteína, 0,69 grama de carboidratos e 4,35 gramas de lipídios, sendo 1,33 gramas de ácidos graxos saturados, 1,74 gramas de monoinsaturados, 0,51 grama de poli-insaturados e 182 miligramas de colesterol. Sendo que a clara do ovo cozido (30g) apresenta 16 kcal, 4,02g de proteínas, 0,34g de carboidratos e 0,03g de gorduras. O ovo não contém fibras alimentares¹⁵.

É uma proteína tão completa quanto a proteína do soro do leite e caseína, devido a sua digestibilidade e alto teor de aminoácidos. Tem como principal aminoácido essencial a leucina, que promove a síntese proteica muscular. Algumas pessoas retiram a gema do ovo na intenção de diminuir o teor de gorduras presente na mesma, porém nela possui 40% de proteína do ovo inteiro e também componentes com a capacidade de modelar a resposta anabólica como as vitaminas, minerais, ácido fosfatídico, docosahexaenóico, palmítico e micro RNAs³.

O estudo de Hida et al., (2012)⁶ foi o primeiro a avaliar o efeito da albumina nas alterações do Aminoácido livre de soro, força, Força muscular de uma repetição máxima, mostrando que houve o aumento de MGL, força e 1RM na ingestão de ambas as suplementações: 15,0 g de proteína de clara de ovo versus 17,5 g de maltodextrina. Foi observado que a concentração sérica de citrulina (um aminoácido que possui função de manutenção da homeostase proteica e

restauração do equilíbrio de nitrogênio) e uréia sérica tiveram um aumento quando ingerido apenas a suplementação proteica, sugerindo que a suplementação diária de 1,2g/kg resultou no aumento de metabólitos de proteínas. Além disso, os níveis urinários e séricos de taurina e uréia urinária tiveram um aumento durante e após o exercício, sugerindo que o treino resistido resulta na quebra de proteínas miofibrilares ou corporais.

O estudo de Hida et al., (2012)⁶ também evidenciou o aumento do cortisol sérico durante as 8 semanas de regime, aumentando a lipólise (quebra do triacilglicerol em moléculas de ácidos graxos e glicerol) e a proteólise hepática, que possui a função de proteger as alterações da concentração de glicose, aumentando os níveis de triglicérides e promovendo a hipertrofia muscular. No estudo foi observado que o nível de CPK (um marcador de dano muscular) ficou inalterado, sugerindo que ambas as suplementações de proteína e carboidrato podem inibir os danos musculares.

Estudo de Moore et al., (2008)¹³ foi o primeiro a relatar as respostas da síntese de proteínas musculares e de albumina após exercício resistido. O estudo teve a participação de seis jovens saudáveis, que fizeram a ingestão de bebidas contendo 0,5,10,20 ou 40 gramas de proteína do ovo inteiro. Foi relatado que 20 gramas de proteína estimulou ao máximo a síntese proteica de albumina muscular e plasmática e a resposta à dose de proteína ingerida do músculo. Além de evidenciar também que após essa dosagem, a leucina (aminoácido essencial que aumenta o efeito anabólico muscular) sofreu estimulação de oxidação.

Esses dados sugerem que a dose ideal, ou seja, aquela que estimula ao máximo a síntese proteica, sem sofrer oxidação de aminoácidos atinge o platô com 20 gramas de proteína. O excesso de aminoácidos é perdido pela oxidação, pois não consegue incorporar ao tecido muscular e o principal fator para o anabolismo muscular foi a disponibilidade de aminoácidos após o treinamento¹³.

Outro fator relevante para o anabolismo é a regulação do sono. Bescos et al. (2018)¹⁷ mostraram que a limitação do sono desregula a homeostase do corpo e desencadeia um ambiente hormonal catabólico, além de diminuir a sensibilidade à insulina e prejudicar a

síntese proteica. Diante disso, o sono é de extrema importância para funções cognitivas e fisiológicas. Esse repouso está diretamente ligado ao desempenho físico e resultados na hipertrofia muscular.

Lamon e colaboradores (2020)¹⁸ também evidenciaram que as restrições do sono interferem na secreção de hormônios anabólicos. A síntese de proteínas teve uma redução de 18%, o cortisol teve um aumento agudo de 21% e redução de 24% de testosterona em adultos jovens saudáveis. O estudo concluiu que apenas um dia de restrição de sono é capaz de diminuir a síntese proteica e desencadear o catabolismo no organismo.

Em relação a testosterona, que age no núcleo do músculo esquelético, estimulando a síntese proteica e reduzindo sua degradação. É responsável pela diferenciação sexual, estimulação da espermatogênese, efeitos anabólicos no músculo, dentre outros. Yuki e colaboradores (2013)¹⁹ mostraram que níveis baixos desse hormônio estão relacionados com a diminuição da massa magra em homens e conseqüentemente no aumento do percentual de gordura, elevando o risco de obesidade.

De acordo com Zampino et al. (2019)²⁰ o tecido que mais utiliza energia e o mais ativo é o músculo esquelético, sendo a principal causa do aumento da taxa metabólica basal (energia que o corpo utiliza para manter o organismo em funcionamento) e também da diminuição da porcentagem de gordura, pois a taxa metabólica alta está diretamente ligada a uma melhor qualidade muscular.

Um dos requisitos importantes para determinar a qualidade de proteína é a sua biodisponibilidade de aminoácidos, responsáveis também pela regulação do metabolismo. O mTOR (Mammalian Target of Rapamycin-Proteína alvo de rapamicina em mamíferos) é responsável pela formação de novas proteínas e inibição do catabolismo. A ingestão de aminoácidos logo após o exercício eleva a síntese proteica muscular e também a ativação do mTOR nos músculos⁹. O estudo de Bagheri et al., (2021)³ relatou que o valor biológico do ovo é alto, variando entre 88 e 100, sendo inferior a proteína do soro do leite e da caseína em relação ao uso do nitrogênio.

O balanço proteico líquido positivo é imprescindível para que ocorra a hipertrofia. Sabe-se que o consumo de aminoácidos durante o dia e após o exercício aumenta a síntese proteica muscular e a ativação da via metabólica mTOR (Mammalian Target of Rapamycin-Proteína alvo de rapamicina em mamíferos). Essa via é responsável pela formação de novas proteínas e inibição do catabolismo proteico, aumentando dessa forma a massa muscular esquelética. Além disso, a mTOR está relacionada com a iniciação e alongamento da tradução de proteínas, etapas importantes para a hipertrofia muscular. Nesse sentido, a combinação de ingestão proteica e exercício resistido é a estratégia mais eficiente para promover a hipertrofia e remodelação do músculo esquelético⁹.

Kim et al., (2017)¹³ analisaram que o conteúdo relativo e o perfil de aminoácidos essenciais (EAA) desempenham um papel determinante na estimulação da síntese de proteína muscular (MPS). A relação entre a qualidade da proteína e o anabolismo muscular é de extrema importância, pois quanto maior a qualidade, maior será a resposta anabólica. Foi evidenciado que o café da manhã com ovos resultou em maiores taxas de balanço líquido proteico em relação ao café da manhã com cereais, devido a concentrações de aminoácidos essenciais muito maiores nos ovos, resultando em maior estímulo de síntese proteica.

Estudo de Ratliff et al., (2008)¹⁰ foi o primeiro a examinar os efeitos dos ovos (uma fonte de colesterol e luteína na dieta) na adiponectina, um marcador de sensibilidade à insulina, e em marcadores inflamatórios no contexto de uma dieta com restrição de carboidratos. Foi relatado a presença de luteína (antioxidante com provável efeito anti-inflamatório) nos ovos.

Além disso, evidenciaram que a ingestão de ovos diminuiu a PCR plasmática e também relatou o aumento da adiponectina (hormônio que modula alguns processos metabólicos, entre eles o catabolismo de ácidos graxos), que diminuiu a molécula de adesão que ocorre posteriormente a inflamação. Observaram, ainda, que a redução de peso e de massa gorda foi relacionada ao aumento desse hormônio¹⁰.

Mariko et al., (2020)¹¹ avaliaram a melhora da capacidade antioxidante e a redução da fadiga

mental com a ingestão de hidrolisado de clara de ovo. O estudo foi feito em dois grupos, sendo: 19 estudantes atletas que receberam uma dose única de 5 gramas dia de hidrolisado de clara de ovo ou placebo (grupo 1) e 74 estudantes atletas que receberam 5 gramas dia de hidrolisado de clara de ovo antes do treino por 2 semanas (grupo 2.)

O estudo evidenciou no grupo 1 que a ingestão de hidrolisado de clara de ovo antes da realização do exercício resultou em maior atividade antioxidante no sangue com uma única dose, pois essas enzimas antioxidantes são complementadas com as enzimas antioxidantes não enzimáticas, presente no hidrolisado. Além disso, foi relatado no grupo 2 a redução da fadiga mental, pois o peptídeo derivado do hidrolisado atua no efeito benéfico nas funções mentais, como emoção e cognição ¹¹.

Atualmente, a literatura científica apresentou a discussão sobre o consumo do ovo inteiro, comparado ao consumo da clara de ovo isolada. A gema do ovo possui vitaminas do tipo A, D, E e do complexo B, é fonte de antioxidantes (luteína e zeaxantina). O estudo de Escalante e colaboradores (2016)²¹ mostrou que o ácido fosfatídico, ao estimular o MTOR, aumentou a síntese proteica muscular. Além disso, Owens et al. (2015)²² mostraram que a vitamina D pode contribuir com a recuperação, regeneração e hipertrofia muscular.

Bagheri et al., (2020)⁸ examinaram a influência do consumo do ovo inteiro versus somente a clara do ovo nos marcadores regulatórios musculares e relataram que a composição corporal de ambos os grupos foram equivalentes após 12 semanas de treinamento resistido em homens treinados. Os grupos foram divididos em grupo 1- consumiu 3 ovos inteiros versus grupo 2- consumiu 6 claras de ovos.

Foi observado que a gema contém parte da proteína total do ovo e que a não ingestão da mesma não resulta em nenhuma influência na composição corporal. Apesar dos nutrientes presentes na gema, o consumo ao longo de 12 semanas não teve influência em quaisquer alterações no fator de crescimento de fibroblastos-2, Fator de crescimento transformador- β 1, Activina, Folistatina, Miostatina, desenvolvimento de força muscular ou alterações na composição corporal, quando a ingestão total de proteínas foi mantida. Além disso, massa

gorda, fator de crescimento transformador- γ 1, activina A e miostatina diminuíram significativamente ($P < 0,05$) em ambos os grupos, sugerindo que o consumo de ovos sem a gema resulta em uma composição corporal similar ao consumo do ovo inteiro⁸.

Vliet et al., (2017)⁴ observaram as respostas do consumo do ovo inteiro versus quantidades isonitrogenicas de clara de ovo em homens jovens saudáveis e foi relatado que alimentos ricos em proteína como o ovo inteiro ou somente a clara potencializam o equilíbrio proteico líquido do corpo, o que favorece o ambiente anabólico. No estudo foi relatado que a síntese proteica muscular pós exercício é potencializada quando existe o consumo de ovos inteiros.

Este mesmo estudo mostrou que a disponibilidade plasmática total de leucina durante o período pós-prandial de 300 minutos foi semelhante, sugerindo que as diferenças na composição de aminoácidos não tiveram influência no anabolismo muscular. A ingestão do ovo inteiro aumentou a resposta sintética da proteína miofibrilar pós-exercício em maior extensão do que a ingestão de clara de ovo ($P = 0,04$). Além disso, o estudo chama atenção para a composição da gema, que é rica em nutrientes, compostos bioativos, antioxidantes, microRNAs, lipídios e micronutrientes, e que a remoção da gema poderia limitar o estímulo da síntese de proteína⁴.

O estudo de Bagheri et al., (2020)³ avaliou a relação entre o consumo do ovo inteiro versus a clara de ovo durante 12 semanas de treinamento de resistência em homens jovens saudáveis. Foi evidenciado que a ingestão do ovo inteiro reduziu o percentual de gordura, devido ao aumento de 0,9 kg na massa corporal magra. Aumentou também, a extensão do joelho, prensão manual (usado para medir a força e as condições físicas dos membros superiores), força e testosterona, em comparação com aqueles que consumiram apenas clara de ovo, sugerindo que o consumo do ovo inteiro pode otimizar a força e potência muscular.

O estudo de Sawan et al., (2018)⁹ relacionou a ingestão do ovo inteiro versus somente a clara de ovo na indução a colocalização do alvo mecânico do complexo de rapamicina após o exercício resistido em homens jovens saudáveis. A via mTORC1 (alvo mecânico do complexo de rapamicina 1) é um dos principais reguladores de estímulos anabólicos. O estudo evidenciou

que o colesterol lisossomal teve um maior recrutamento de mTORC1 com a ingestão do ovo inteiro.

Além disso, evidenciou também que o ácido fosfatídico glicerofosfolípido (PA) possui função de ativação da via mTORC1 e que a gema do ovo é constituída e enriquecida com ácido oleico e fosfatidilcolina, que podem ser convertidas em PA (precursor de mTOR). O ovo inteiro possivelmente pode aumentar a atividade do alvo mecânico do complexo de rapamicina⁹.

O estudo de Ullevigi et al., (2022)⁷ avaliou o impacto da suplementação de proteína de clara de ovo vs suplementação de maltodextrina na massa muscular e força física em mulheres adultas. Foi avaliado que a massa muscular não teve diferença entre os diferentes grupos. Já a ingestão de proteínas, força de preensão manual e número de flexões de braço melhoraram significativamente no grupo de intervenção (suplementação diária de proteína de clara de ovo). Além disso, houve relato de aumento nos níveis séricos de ureia e citrulina no grupo que ingeriu clara de ovo, bem como mudanças nos metabólitos de proteínas.

CONCLUSÃO

De acordo com os estudos avaliados nesta revisão, o ovo possui grande potencial no aumento de força e hipertrofia muscular, por ser uma proteína de alto valor biológico, alta digestibilidade e alto teor de aminoácidos essenciais. Efeito antioxidante, anti-inflamatório e diminuição da fadiga mental foram observados após consumo de ovos.

A ingestão do ovo inteiro foi a melhor opção, devido a composição nutricional da gema juntamente à clara do ovo, uma vez que a gema corresponde a 40% da proteína do ovo inteiro e apresentou efeitos anabólicos positivos. Entende-se, assim, que a síntese proteica muscular é melhor estimulada mediante o consumo do ovo inteiro. Os benefícios relatados se referem a combinação de uma dieta contendo ovos juntamente com a prática do exercício físico. Contudo, não foi confirmado aumento de força e maior síntese proteica muscular em grupos de atletas que consumiram ovos versus outras fontes proteicas ou suplementos de carboidratos.

Ressalta-se que é imprescindível a atuação do nutricionista no planejamento individual do paciente, a fim de observar todos os parâmetros, como fatores genéticos e bioquímicos, para a criação do planejamento alimentar a ser seguido. Contudo, é de suma importância que futuras pesquisas sejam feitas para comparar o ovo com diferentes proteínas como carnes (bovina e de aves) whey protein e possíveis riscos cardiovasculares, em razão do perfil lipídico, do consumo de gemas a longo prazo.

REFERÊNCIAS

1. Soler, P. T., Fernandes, H. M., Damasceno, V. O., & Novaes, J. S. Vigorexia e níveis de dependência de exercício em frequentadores de academias e fisiculturistas. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 19(5), 343–348. 2013.
2. Francaux M, Deldicque L. Exercise and the control of muscle mass in human. *Pflugers Arch*. 2019 Mar;471(3):397-411.
3. Bagheri, R., Hooshmand Moghadam, B., Jo, E., Tinsley, GM, Stratton, MT, Larky, DA, Wong, A. Comparação da ingestão de ovo inteiro versus clara de ovo durante 12 semanas de treinamento de resistência em marcadores reguladores do músculo esquelético em homens treinados em resistência. *Jornal britânico de nutrição*, pg. 1–20, 2020.
4. Van Vliet, S., Shy, EL, Abou Sawan, S., Beals, JW, West, DW, Skinner, SK, ... Burd, NA. O consumo de ovos inteiros promove maior estimulação da síntese proteica muscular pós-exercício do que o consumo de quantidades isonitrogenadas de clara de ovo em homens jovens. *O American Journal of Clinical Nutrition*, 106 (6), 1401-1412, 2017
5. Organização para Agricultura e Alimentação. Relatório de um Subcomitê da Consulta da FAO de 2011 sobre “Avaliação da Qualidade da Proteína na Nutrição Humana”: A Avaliação da Digestibilidade de Aminoácidos em Alimentos para Humanos e Incluindo um Compilação de Dados Publicados de Digestibilidade de Aminoácidos Ileais para Alimentos Humanos. OMS: Genebra, Suíça, 2012.
6. Hida, A., Hasegawa, Y., Mekata, Y., Usuda, M., Masuda, Y., Kawano, H., & Kawano, Y. (2012). Effects of Egg White Protein Supplementation on Muscle Strength and Serum Free Amino Acid Concentrations. *Nutrients*, 4(10), 1504–1517. doi:10.3390/nu4101504
7. Ullevig SL, Zuniga K, Austin Lobitz C, Santoyo A, Yin Z. A suplementação de proteína de ovo melhorou a força muscular da parte superior do corpo e a ingestão de proteína em mulheres idosas residentes na comunidade que frequentaram locais de refeições congregadas ou centros de aprendizagem de adultos: um estudo piloto randomizado controlado. *Nutrição e Saúde*. 2022;28(4):611-620. doi: 10.1177/02601060211051592
8. Bagheri, R, Moghadam, BH, Ashtary-Larky, D, Forbes, SC, Candow, DG, Galpin, AJ, Eskandari, M, Kreider, RB e Wong, A. Ovo inteiro vs. ingestão de clara de ovo durante 12 semanas de treinamento de resistência em homens jovens treinados: um estudo controlado randomizado. *J Strength Cond Res* 35 (2): 411-419, 2021.
9. Abou Sawan, S., van Vliet, S., West, DWD, Beals, JW, Paluska, SA, Burd, NA e Moore, DR (2018). A ingestão de ovo inteiro, mas não de clara de ovo, induz a co-localização de mTOR com o lisossomo após exercício resistido em homens jovens treinados. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*.
10. Ratliff, J. C., Mutungi, G., Puglisi, M. J., Volek, J. S., & Fernandez, M. (2008). Eggs modulate the inflammatory response to carbohydrate restricted diets in overweight men. *Nutrition & Metabolism*, 5(1), 6. doi:10.1186/1743-7075-5-6
11. Oe, M., Sakamoto, H., Nishiyama, H., Sasahara, R., Masuda, Y., Adachi, M., & Nishiyama, T. (2020). Egg white hydrolyzate reduces mental fatigue: randomized, double-blind, controlled study. *BMC Research Notes*, 13(1). doi:10.1186/s13104-020-05288-8
12. Moore, DR, Robinson, MJ, Fry, JL, Tang, JE, Glover, EI, Wilkinson, SB, ... Phillips, SM (2008). Resposta à dose de proteína ingerida da síntese de proteína muscular e albumina após exercício resistido em homens jovens.

- O Jornal Americano de Nutrição Clínica, 89(1), 161–168. doi:10.3945/ajcn.2008.26401
13. Kim, I.-Y., Shin, Y.-A., Schutzler, SE, Azhar, G., Wolfe, RR, & Ferrando, AA. A qualidade da proteína da refeição determina a resposta anabólica em adultos mais velhos. *Nutrição Clínica*. 2017.
 14. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção de ovos bate recorde com carne cara no Brasil – Folha, 2022.
 15. ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2022. Relatório Anual 2022. Receita de exportações de ovos cresce 26,6% em outubro. Disponível em: <https://abpa-br.org/receita-de-exportacoes-de-ovos-cresce-266-em-outubro/>. Acesso em: 20 de nov, 2022.
 16. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.2. São Paulo, 2022.
 17. Bescos, R., Boden, MJ, Jackson, ML, Trewin, AJ, Marin, EC, Levinger, I., McConell, GK. Quatro dias de trabalho em turnos simulados reduzem a sensibilidade à insulina em humanos. *Acta Physiologica*, 223(2), e 13039. 2018.
 18. Lamon, S., Morabito, A., Arentson-Lantz, E., Knowles, O., Vincent, GE, Condo, D., Alexander, SE, Garnham, A., Paddon-Jones, D., & Aisbett, B. O efeito da privação aguda do sono na síntese de proteínas do músculo esquelético e no ambiente hormonal. *Relatórios fisiológicos*, 9, [e14660]. 2021.
 19. Yuki A, Otsuka R, Kozakai R, Kitamura I, Okura T, Ando F, Shimokata H. Relationship between low free testosterone levels and loss of muscle mass. *Sci Rep*. 2013. 3:1818.
 20. Zampino, M., Semba, RD, Adelnia, F., Spencer, RG, Fishbein, KW, Schrack, JA, Simonsick, EM, & Ferrucci, L. (2020). Maior Capacidade Oxidativa do Músculo Esquelético Está Associada a Maior Taxa Metabólica de Repouso: Resultados do Estudo Longitudinal de Envelhecimento de Baltimore. *Journals of Gerontology - Série A Ciências Biológicas e Ciências Médicas*, 75 (12), 2262-2268.
 21. Escalante, G., Alencar, M., Haddock, B. et al. Os efeitos da suplementação de ácido fosfatídico na força, composição corporal, resistência muscular, potência, agilidade e salto vertical em homens treinados em resistência. *J Int Soc Sports Nutr* 13, 24, 2016.
 22. Owens DJ, Sharples AP, Polydorou I, Alwan N, Donovan T, Tang J, Fraser WD, Cooper RG, Morton JP, Stewart C, Close GL. A systems-based investigation into vitamin D and skeletal muscle repair, regeneration, and hypertrophy. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. Dec 15;309(12):E1019-31, 2015.
 23. Alharbi, F. F., Gamaledin, I., Alharbi, S. F., Almodayfer, O., Allohidan, F., Alghobain, M., Al-Surimi, K. Knowledge, attitudes and use of anabolic-androgenic steroids among male gym users: A community based survey in Riyadh, Saudi Arabia. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 2018.
 24. Barakat, C.; Escalante, G., Stevenson, SW; Bradshaw, JT; Barsuhn, A.; Tinsley, GM; Walters, J. As manipulações da semana do pico do fisiculturismo podem afetar favoravelmente Tamanho do músculo, espessura subcutânea, e Variáveis de Composição Corporal Relacionadas? Um estudo de caso. *Esportes* 2022, 10, 106.
 25. Chappell, AJ, Simper, T., & Helms, E. (2019). Estratégias nutricionais de fisiculturistas naturais britânicos profissionais e amadores durante a preparação para a competição. *Jornal da Sociedade Internacional de Nutrição Esportiva*, 16(1), 2019.
 26. Damas, F., Libardi, CA, & Ugrinowitsch, C. O desenvolvimento da hipertrofia do músculo esquelético através do treinamento de resistência: o papel do dano muscular e da síntese de proteínas musculares. *Jornal Europeu de Fisiologia Aplicada*, 118(3), 485–500, 2017.
 27. Ebbeling CB, Feldman HA, Klein GL, Wong JMW, Bielak L, Steltz SK, Luoto PK, Wolfe R, Wong WW, Ludwig DS. Effects of a low carbohydrate diet on energy expenditure during weight loss maintenance: randomized trial. *BMJ*. 2018 Nov 14;363: k4583.
 28. Mangine, GT, Hoffman, JR, Gonzalez, AM, Townsend, JR, Wells, AJ, Jajtner, AR, Stout, JR. Elevações hormonais induzidas pelo exercício estão relacionadas ao crescimento muscular. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(1), 45– 53, 2017.
 29. Nederveen, JP, Snijders, T., Joanisse, S., Wavell, CG, Mitchell, CJ, Johnston, LM, Parise, G. Ativação alterada de células satélites musculares após 16 semanas de treinamento de resistência em homens jovens. *American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 312(1), R85–R92. 2017.
 30. Parr, EB, Camera, DM, Areta, JL, Burke, LM, Phillips, SM, Hawley, JA e Coffey, VG. A ingestão de álcool prejudica as taxas máximas pós-exercício de síntese de proteínas miofibrilares após uma única sessão de treinamento simultâneo. *PLoS ONE*, 9(2), e88384, 2014.
 31. PHILIPPI, Sonia Tucunduva. Tabela de Composição de Alimentos: Suporte para decisão nutricional. 4ª ed. São Paulo: Coronário, 2017.

32. Shamim B, Camera DM e Whitfield J. Myofibre Hypertrophy in the Absence of Changes to Satellite Cell Content Following Exercise Training in Young Healthy Men. 2021.
33. Smiles, WJ, Parr, EB, Coffey, VG, Lacham-Kaplan, O., Hawley, JA e Camera, DM. A ingestão concomitante de proteínas com álcool após exercícios extenuantes atenua a apoptose intramiocelular induzida pelo álcool e a inibição da autofagia. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 311(5), E836–E849, 2016.
34. Yinghao L, Jing Y, Yongqi W, et al. Efeitos de um exercício de restrição do fluxo sanguíneo sob diferentes pressões nos níveis de testosterona, hormônio do crescimento e fator de crescimento semelhante à insulina. *Jornal de Pesquisa Médica Internacional*. 2021;49(9).
35. Saner, NJ, Lee, MJ -C., Pitchford, NW, Kuang, J., Roach, GD, Garnham, A., Bartlett, JD. O efeito da restrição do sono, com ou sem exercícios intervalados de alta intensidade, na síntese de proteínas miofibrilares em homens jovens saudáveis. *O Jornal de Fisiologia*, 598 (8), 1523-1536, 2020.