



Extensio
UFSC

Revista Eletrônica
de Extensão

EFEITO DE DIETAS HIPERPROTEICAS NAS ADAPTAÇÕES MUSCULARES INDUZIDAS PELO TREINAMENTO RESISTIDO: REVISÃO DE LITERATURA

João Pedro Faraco

Universidade Federal de Santa Catarina
joao.jpfs@hotmail.com

Bruna Cunha Mendes

Universidade Federal de Santa Catarina
nutricionistabm@yahoo.com.br

Débora Kurrle Rieger

Universidade Federal de Santa Catarina
deboravenske@gmail.com

Resumo

O objetivo do estudo foi analisar o efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares em indivíduos praticantes de treinamento resistido, assim como relatar possíveis alterações em dosagens bioquímicas de hormônios anabólicos. Foi realizada uma revisão da literatura nas bases de dados online PubMed, Scopus e Web of Science. Os estudos encontrados analisaram o efeito da ingestão de proteínas em quantidades a partir de 0,8 g/kg/dia até 4,4 g/kg/dia em períodos de duas a dezesseis semanas. Corroborando com a International Society of Sports Nutrition, Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine e Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding, a presente revisão aponta que a ingestão de proteínas visando a hipertrofia muscular em praticantes de treinamento resistido, deve ser de aproximadamente 2 g/kg/dia. Quantidades acima deste valor não resultam em maior aumento de massa muscular em praticantes de treinamento resistido.

Palavras-chave: Dietas Hiperproteicas. Treinamento Resistido. Hipertrofia Muscular. Ingestão Proteica.

EFFECTS OF HIGH PROTEIN DIETS IN MUSCULAR ADAPTATIONS INDUCED BY RESISTANCE TRAINING: LITERATURE REVIEW

Abstract

The aim of the study was to analyze the effect of high protein diets on muscle adaptations in resistance training individuals, as well as to report possible changes in biochemical dosages of anabolic hormones. A literature review was performed in PubMed, Scopus and Web of Science online databases. The studies analyzed the effect of protein intake in amounts from 0.8 g/kg/day to 4.4 g/kg/day in periods of two to sixteen weeks. Corroborating with the International Society of Sports Nutrition, Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine and Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding, this literature review points out that ingestion of proteins targeting muscle hypertrophy in resistance training practitioners should be approximately 2 g/kg/day. Quantities above of this value do not result in a greater increase of muscle mass in resistance-trained individuals.

Keywords: High Protein Diets. Resistance Training. Muscular Hypertrophy. Protein Intake.

EFEECTO DE LAS DIETAS HIPERPROTEICAS EN ADAPTACIONES MUSCULARES INDUCIDAS POR ENTRENAMIENTO RESISTIDO: REVISIÓN DE LA LITERATURA

Resumen

El objetivo del estudio fue analizar el efecto de las dietas hiperproteicas en las adaptaciones musculares em individuos entrenados en resistencia, así como informar posibles cambios em las dosis bioquímicas de hormonas anabólicas. Se realizó una revisión de la literatura en las bases de datos en línea de PubMed, Scopus y Web of Science. Los estudios encontrados analizaron el efecto de la ingesta de proteínas en cantidades de 0,8 g/kg/día a 4,4 g/kg/día durante períodos de dos a dieciséis semanas. Corroborando con la International Society of Sports Nutrition, Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine and Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding esta revisión señala que la ingesta de proteínas dirigida a la hipertrofia muscular en los practicantes de entrenamiento resistido debe ser de aproximadamente 2 g/kg/día. Las cantidades superiores a este valor no dan como resultado un mayor aumento de la masa muscular en los practicantes de entrenamiento resistido.

Palabras clave: Dietas Hiperproteicas. Entrenamiento Resistido. Hipertrofia Muscular. Ingesta de Proteínas.



Esta obra está licenciada sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Extensio: R. Eletr. de Extensão, ISSN 1807-0221 Florianópolis, v. 18, n. 38, p. 123-140, 2021.

INTRODUÇÃO

A massa muscular esquelética é regulada por um *turnover* proteico, onde ocorre de forma constante síntese e degradação de proteínas musculares, sendo o tecido muscular responsável por 25 – 30% do *turnover* do corpo inteiro (MORTON; MCGLORY; PHILLIPS, 2015; NAIR; HALLIDAY; GRIGGS, 1988). A predominância de anabolismo ou catabolismo muscular será dependente do resultado do balanço entre a síntese e a degradação proteica (PHILLIPS, 2014). Em média, o *turnover* proteico é capaz de sintetizar e degradar de 1 a 2% das proteínas musculares diariamente (WELLE et al., 1994).

O exercício resistido é capaz de estimular aumento na síntese e degradação de proteínas musculares, além de amplificar a resposta das proteínas no *turnover* proteico (PHILLIPS, 2004; PHILLIPS, 2014). A síntese de todos os tipos de proteína, incluindo o processo de hipertrofia das fibras musculares, ocorrerá caso a taxa de síntese exceda a degradação proteica (PHILLIPS, 2014; MORTON; MCGLORY, PHILLIPS, 2015). Após a sessão de exercício resistido, com o término da contração muscular, há um aumento da via de sinalização do complexo 1 do alvo da rapamicina em mamíferos (mTORC1), bem como da síntese de proteínas musculares, principalmente devido à fosforilação da proteína ribossômica S6 quinase (P70S6K) (DRUMMOND et al., 2009; DREYER et al., 2006). A hiperaminoacidemia associada à hiperinsulinemia, induzidas pelo consumo de proteínas no período pós treino, são capazes de elevar a taxa de síntese proteica muscular e, ao mesmo tempo, suprimir a quebra de proteínas musculares, contribuindo para promover de forma imediata no reparo de danos celulares e no posterior remodelamento adaptativo das fibras musculares (PHILLIPS, 2004; PHILLIPS, 2014).

Diversas variáveis são capazes de provocar alterações nas taxas de síntese e degradação proteica, como dose, qualidade e fracionamento proteico, frequência, tempo sob tensão e volume total de treinamento (MORTON; MCGLORY; PHILLIPS, 2015). A capacidade de uma fonte de proteína induzir uma maior ou menor síntese proteica envolve fatores como fracionamento diário, capacidade de digestão da proteína, composição de aminoácidos e, principalmente, o conteúdo de leucina (MORTON; MCGLORY; PHILLIPS, 2015). A ingestão de proteínas com alto teores de leucina são mais eficazes em otimizar a síntese proteica, especialmente no período pós treino (KATSANOS et al., 2006; TANG et al., 2009). A ingestão de aminoácidos é capaz de potencializar a síntese de proteínas musculares após treinamento resistido, devido ao estímulo das vias de sinalização do mTORC1 no músculo esquelético, bem como a fosforilação e atividade da P70S6K e proteína 1 ligante do fator de iniciação eucariótico (4E-BP1) (MOBERG et al., 2016; HOLECK, 2018). Dentre os aminoácidos, a leucina apresenta a maior capacidade de estimular as vias de

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

iniciação da tradução, sendo que de forma isolada, este aminoácido consegue estimular a síntese de proteínas musculares em repouso (HOLECK, 2018; MORTON; MCGLORY; PHILLIPS, 2015). A ingestão combinada dos aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) não é mais eficaz em estimular a síntese proteica muscular quando comparada à leucina de forma isolada, visto que os três aminoácidos juntos competem por transporte, captação intestinal e muscular (CHURCHWARD-VENNE et al., 2014). Outro potencial da leucina consiste na capacidade de interromper a interação do regulador positivo de função desconhecida (GATOR2) com a proteína Sestrin2, evitando que o complexo Sestrin2-GATOR2 seja capaz de inibir a sinalização de mTORC1 e diminuir a fosforilação de substratos que potencializam processos anabólicos (WOLFSON et al., 2016; CHANTRANUPONG et al., 2014).

Para praticantes de exercício resistido que visam aumento de massa muscular, sugere-se que a ingestão de proteínas seja aumentada, visto que após a sessão de exercício resistido ocorre liberação de hormônios anabólicos como testosterona, hormônio de crescimento (GH), fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1), além da alteração no *turnover* proteico, aumentando a síntese proteica. A elevação na taxa da síntese de proteínas pode durar de 24 a 72 horas em indivíduos treinados, dependendo da intensidade do exercício (BURD et al., 2011; MILLER et al., 2005). Para induzir um balanço nitrogenado positivo em praticantes de treinamento resistido intenso, é necessária uma ingestão de proteínas de no mínimo 49% acima do recomendado pela *Dietary Reference Intake* (DRI's) (PHILLIPS, 2004; JAGER et al., 2017). A ingestão de proteínas também auxilia na manutenção dos estoques de creatina fosfato. O sistema fosfagênio é o responsável pela rápida regeneração de trifosfato de adenosina (ATP), fornecendo substrato energético para os segundos iniciais de exercício de alta intensidade, até o momento em que os estoques de creatina fosfato sejam depletados, ou o fornecimento de ATP seja predominantemente dependente de outro sistema energético (BAKER; MCCORMICK; ROBERGS, 2010).

Concomitante a uma ingestão elevada de proteínas, é necessário aumentar a quantidade de calorias para que a proteína não seja direcionada para a produção de energia e resulte em balanço nitrogenado positivo. O aumento das calorias deve ser proveniente principalmente de carboidratos, a fim de manter os estoques de glicogênio hepático e muscular, diminuindo o direcionamento de aminoácidos para a gliconeogênese (PHILLIPS, 2004). No exercício resistido a manutenção do estoque de glicogênio, principalmente muscular, auxilia no fornecimento de energia, via glicólise anaeróbica, levando à conversão de glicose a lactato (BANGSBO et al., 1992; BAKER; MCCORMICK; ROBERGS, 2010). Em situações onde o objetivo é perda de peso valores acima de 2 g/kg/dia de ingestão proteica podem apresentar efeitos positivos na mudança de composição

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

corporal devido ao seu efeito térmico e sacietógeno elevado (JAGER et al., 2017; ANTONIO et al., 2014).

De acordo com a *Dietary Reference Intakes* (Ingestões Dietéticas de Referência – DRI's), a ingestão dietética recomendada de proteínas para homens e mulheres acima de 19 anos é de 0,8 g/kg/dia. Para hipertrofia muscular e manutenção de massa magra as recomendações de ingestão diária de proteínas variam entre 1,4 g a 2 g/kg/dia (KERKSICK et al., 2018). Quanto ao fracionamento proteico diário, estima-se que 0,25 - 0,4 g/kg/refeição ou uma única dose de aproximadamente 20 g seja capaz de estimular a síntese proteica muscular em níveis máximos, ou quando administradas uniformemente, em média a cada três a cinco horas, seja o suficiente para estimular a síntese proteica muscular ao longo do dia (PHILLIPS, 2014; STOKES et al., 2018; MORTON; MCGLORY; PHILLIPS, 2015). Segundo Res et al. (2012), a ingestão de maiores quantidades de proteínas (0,6 g/kg/refeição) é capaz de estimular ainda mais a síntese de proteínas musculares durante a recuperação pós exercício em período noturno. Alguns autores especulam que a ingestão diária mínima de proteína dietética em indivíduos treinados deveria ser em torno de 2 g/kg/dia, visando hipertrofia e manutenção muscular (ANTONIO et al., 2015).

Devido à ampla variação da oferta de proteína nos estudos encontrados e suas implicações em indivíduos praticantes de exercício resistido, a presente revisão buscou analisar o efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido e fornecer possíveis recomendações de ingestão diária de proteínas que contribuam para o processo de hipertrofia muscular.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão da literatura, por meio de uma busca sistematizada no dia 14 de novembro de 2017, nas bases de dados online *Pubmed*, *Scopus* e *Web of Science*, utilizando os seguintes termos: *protein diet OR protein supplement OR protein intake OR protein consum OR protein ingest OR protein AND Weight train OR isometric train OR resistance training OR powerlifting OR resistance exercise OR strength exercise AND growth OR hypertrophy OR performance OR strength OR gains OR muscle mass OR body composition OR body mass*. Os resultados foram exportados para o software de gerenciamento Zotero®, versão 4.0.29.10 (Centro de História e Novos Meios, George Mason University, Fairfax, VA, EUA).

A busca foi realizada de acordo com as orientações das bases de dados usando operadores booleanos (OR e AND), parênteses, aspas e asterisco. Nenhum filtro foi aplicado para tipo de estudo ou ano de publicação.

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

Para seleção dos artigos foram analisados o título e o resumo, e quando necessário, o texto completo. Os critérios de inclusão foram: estudos controlados, realizados em humanos, amostra composta por adultos, indivíduos praticantes de treinamento resistido podendo estar associado a outro tipo de exercício e análise de ingestão de proteínas podendo estar associada à suplementação proteica. Inicialmente foram excluídos os artigos em duplicata, triplicata, quadruplicata, quintuplicata e sextuplicata encontrados.

Após a leitura na íntegra, a extração de dados de cada estudo ocorreu na forma de itens, sendo eles: tipo de estudo tipo de cegamento (se houve), alocação nos grupos (randomização), período (data), população, critérios de exclusão, número de indivíduos por braço (grupo) de tratamento, número de perda por braço (grupo) de tratamento, tempo de intervenção, idade da amostra, sexo da amostra, tamanho amostral, análise estatística, adesão (como controlou), medicamentos em uso, orientações sobre atividade física, orientações de consumo, medidas antropométricas, parâmetros bioquímicos, intervenção dose e esquema terapêutico, qual suplementação utilizada (se houve), placebo utilizado, efeitos adversos, consumo de álcool, histórico de doenças, desfechos avaliados após intervenção, informação sobre período reprodutivo, conflito de interesse, estudo crossover, tempo de *washout*.

Todas as etapas descritas na metodologia foram realizadas por um único pesquisador independente.

RESULTADOS

Foram encontrados 18.594 artigos no total, sendo 940 artigos na base de dados *Pubmed*, 14.922 artigos na *Scopus* e 2.732 na *Web of Science*, destes foram excluídas 3.434 duplicatas, 832 triplicatas, 652 quadruplicatas, 306 quintuplicatas e 217 sextuplicatas. Após a leitura do título e resumo foram excluídos 3.757 artigos que não tinham enfoque no tema: ingestão de proteínas e hipertrofia muscular e/ou não se enquadravam nos critérios de inclusão. Os 33 artigos que restaram foram lidos na íntegra. Destes artigos, apenas nove se adequaram a todos os critérios de elegibilidade, sendo estes utilizados para a extração e análise de dados. O fluxograma de seleção dos artigos está apresentado na Figura 1.

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

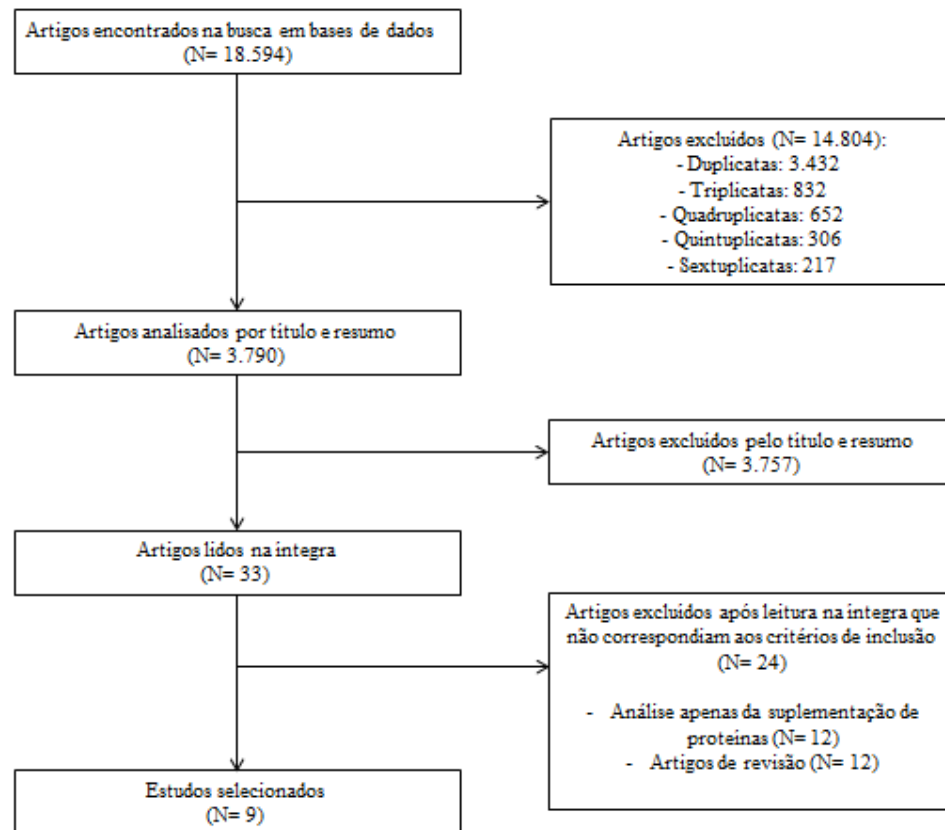


Fig. 1. – Fluxograma da seleção de estudos.

Os artigos analisados foram publicados entre 2006 e 2016, no Brasil (MAESTA; OUTA ANGELELI; BURINI, 2008), na Coreia do Sul (KIM et al., 2014), na Inglaterra (METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010), no Canadá (LONGLAND et al., 2016) e nos Estados Unidos (HOFFMAN et al., 2006; PASIAKOS et al., 2013; ANTONIO et al., 2014; ANTONIO et al., 2015; ANTONIO et al., 2016). Apenas Longland et al. (2016) e Pasiakos et al. (2013) apresentaram cegamento simples. Nenhum dos estudos incluídos neste artigo apresentaram protocolos de tratamento com período de *washout*.

Em relação ao tamanho da amostra, houve uma grande variação no número de participantes entre os estudos, sendo a menor amostra composta por seis indivíduos (MAESTA; OUTA ANGELELI; BURINI, 2018) e a maior por 73 indivíduos (ANTONIO et al., 2015). Dos estudos analisados três examinaram ambos os sexos (PASIAKOS et al., 2013; ANTONIO et al., 2014; ANTONIO et al., 2015), enquanto seis estudos examinaram indivíduos apenas do sexo masculino (MAESTA; OUTA ANGELELI; BURINI, 2008; KIM et al., 2014; METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010; LONGLAND et al., 2016; HOFFMAN et al., 2006; ANTONIO et

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

al., 2016). A idade da população dos estudos variou de 18 a 31 anos. Critérios de exclusão foram estabelecidos em cinco estudos (MAESTA; OUTA ANGELELI; BURINI, 2008; LONGLAND et al., 2016; HOFFMAN et al., 2006; PASIAKOS et al., 2016; ANTONIO et al., 2014), sendo que os critérios mais frequentes foram tabagismo, etilismo, uso de esteroides anabolizantes e de hormônio do crescimento. Somente nos estudos de Longland et al. (2016), Antonio et al. (2014) e Antonio et al. (2015) foi determinado como critério de exclusão adicional indivíduos com diagnóstico de patologias que possam afetar o protocolo do estudo ou comprometer a segurança do participante, no entanto, não foi relatado a presença de indivíduos portadores de enfermidades em nenhum dos estudos.

A associação de treinamento resistido com treinamento aeróbio nas orientações de atividade física programadas esteve presente em dois estudos (LONGLAND et al., 2016; PASIAKOS et al., 2013), os outros estudos analisaram apenas treinamento resistido, sendo que cada autor utilizou protocolo de treinamento diferente (ANTONIO et al., 2014; ANTONIO et al., 2015; ANTONIO et al., 2016; MAESTA; OUTA ANGELELI; BURINI, 2008; KIM et al., 2014; METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010; HOFFMAN et al., 2006). Os únicos autores que examinaram amostras apenas com participantes que anteriormente não passaram por protocolos estruturados de treinamento foram Kim et al. (2014) e Longland et al. (2016), os outros estudos analisaram indivíduos com maior experiência em treinamento resistido (ANTONIO et al., 2014; ANTONIO et al., 2015; ANTONIO et al., 2016; MAESTA; OUTA ANGELELI; BURINI, 2008; METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010; HOFFMAN et al., 2006; PASIAKOS et al., 2013).

Quanto ao tempo de intervenção houve uma variabilidade de 14 semanas entre os estudos. O protocolo de menor tempo foi de Mettler; Mitchell; Tipton (2010) com duas semanas, enquanto o de maior tempo foi de Antonio et al. (2016) com 16 semanas. A adesão à intervenção foi controlada pelos autores via questionário de frequência alimentar, registros alimentares de três dias da semana ou por acompanhamento dos participantes durante a internação em centro de pesquisa, exceto Maesta; Outa Angeleli; Burini (2008) e Longland et al. (2016) que não citaram a forma de controle de adesão. A variação na quantidade de ingestão proteica diária nos estudos foi de 0,8 g/kg/dia a 4,4 g/kg/dia, sendo que apenas nos estudos de Kim et al. (2014) e Mettler; Mitchell; Tipton (2010) não houve complemento da ingestão de proteínas via suplementação.

Em relação à prescrição energética apenas Mettler; Mitchell; Tipton (2010), Longland et al. (2016) e Pasiakos et al. (2013) analisaram o efeito de dietas hipocalóricas. Somente Kim et al. (2014), Mettler; Mitchell; Tipton (2010), Longland (2016) e Pasiakos et al. (2013) determinaram a ingestão de calorias de suas amostras, os outros estudos estipularam apenas a ingestão proteica dietética. Kim et al. (2014), analisou o efeito de dieta isocalórica, hiperproteica e normoproteica. O

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

consumo de dietas hipercalóricas por uma parte das amostras ocorreu em Maesta; Outa Angeleli; Burini (2008), Hoffman et al. (2006), Antonio et al. (2014), Antonio et al. (2015) e Antonio et al. (2016).

A ingestão de carboidratos esteve acima de 65% do valor energético total (VET) somente no estudo de Maesta; Outa Angeleli; Burini (2008). A ingestão de carboidratos inferior a 45% do valor energético total ocorreu em uma parte da amostra nos estudos de Hoffman et al. (2006), Antonio et al. (2014), Antonio et al. (2015) e Antonio et al. (2016), todos os outros estudos apresentaram percentuais de ingestão dentro da margem de 45 – 65% do VET. O consumo de lipídios encontrou-se dentro da margem de 20 a 35% do VET.

Apenas um estudo teve amostra composta por indivíduos com excesso de peso (LONGLAND et al., 2016), enquanto todos os outros avaliaram indivíduos classificados como eutróficos. Todos os estudos fizeram avaliações antropométricas antes e após a intervenção, sendo os principais métodos utilizados Impedância Bioelétrica (KIM et al., 2014; LONGLAND et al., 2016), absormetria por raios X de dupla energia (LONGLAND et al., 2016; METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010; PASIAKOS et al., 2013), pletismografia de deslocamento de ar (LONGLAND et al., 2016; ANTONIO et al., 2014; ANTONIO et al., 2015; ANTONIO et al., 2016), aferição de peso em balança digital ou mecânica em todos os estudos, circunferências e dobras cutâneas (MAESTA; OUTA ANGELELI; BURINI, 2008).

Em relação às variáveis de composição corporal (peso, massa magra e percentual de gordura), após o período de intervenção, houve aumento do peso corporal e, em menores proporções, na massa muscular, com aumento do percentual de gordura (MAESTA; OUTA ANGELELI; BURINI, 2008). O maior aumento de massa magra ocorreu no período de maior ingestão proteica. No estudo de Kim et al. (2014) houve aumento significativo na massa magra associado à diminuição do percentual de gordura no grupo que ingeriu maior quantidade de proteínas. Mettler; Mitchell; Tipton (2010) encontraram estatisticamente a mesma perda de peso nos dois grupos, contudo o grupo com maior ingestão proteica perdeu menos massa magra. Longland et al. (2016) encontrou diminuição de peso corporal em ambos os grupos, porém o grupo com alta ingestão proteica apresentou aumento de massa magra e maior diminuição do percentual de gordura. No estudo de Hoffman et al. (2006) ocorreu aumento na massa magra apenas nos dois grupos com maior consumo de proteínas, enquanto não houve alteração estatisticamente significativa para peso corporal e percentual de gordura. No estudo de Pasiakos et al. (2013) o grupo com menor ingestão proteica foi o que obteve maior perda de peso, entretanto as maiores perdas de tecido adiposo ocorreram nos dois grupos com maior ingestão de proteínas, assim como menores perdas de massa muscular. Antonio et al. (2014) não encontraram mudanças

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

estatisticamente significativas nas variáveis de composição corporal. No estudo de Antonio et al. (2015) ambos os grupos obtiveram aumento de massa muscular e diminuição do percentual de gordura, no entanto, as maiores mudanças para os parâmetros de composição corporal ocorreram no grupo com maior ingestão proteica. Antonio et al. (2016) não encontraram diferença significativa entre os grupos em relação ao peso corporal e percentual de gordura

Apenas cinco estudos tiveram como parâmetro clínico de interesse o hormônio sexual testosterona. Nos estudos de Maesta; Outa Aangeleli; Burini (2008), Mettler; Mitchell; Tipton (2010) e Longland et al. (2016) houve redução na concentração sérica de testosterona livre e total, enquanto em Kim et al. (2014), um dos grupos apresentou um aumento limítrofe nos níveis de testosterona. Hoffman et al. (2006), durante e após o período de intervenção, não constatou diferença entre grupos para nenhum dos hormônios medidos (testosterona total, GH, cortisol e IGF-1). Apesar dos resultados obtidos, nenhum dos autores encontrou correlações entre os níveis de testosterona e ingestão de proteínas ou a relação de proteínas/carboidratos na dieta. Somente em dois estudos os grupos com alta ingestão de proteínas apresentaram aumento significativamente maior nos níveis de ureia (METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010; LONGLAND et al., 2016). A glicose sanguínea apresentou diminuição significativa nos grupos com maior ingestão proteica (METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010; KIM et al., 2014), enquanto no estudo de Maesta; Outa Angeleli; Burini (2008) os níveis de glicose não apresentaram alterações estatisticamente significativas. Kim et al. (2014) não encontraram alterações nos níveis de fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1) após as doze semanas de intervenção, em contrapartida, Mettler; Mitchell; Tipton (2010) encontraram diminuição de IGF-1 nos grupos controle e alta proteína após duas semanas de experimento.

Apenas Mettler; Mitchell; Tipton (2010), Hoffman et al. (2006), Antonio et al. (2015), Antonio et al. (2016) investigaram a influência do consumo de proteínas no desempenho anaeróbico, enquanto Longland et al. (2016) analisou desempenho anaeróbico e aeróbico. Nenhum dos autores encontraram diferença entre grupos nos testes de desempenho físicos. Os estudos que analisaram o efeito da ingestão de proteínas na performance, por meio de protocolos de testes físicos, (METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010; LONGLAND et al., 2016; HOFFMAN et al., 2006; ANTONIO et al., 2015; ANTONIO et al., 2016) não encontraram diferenças entre grupos para qualquer variável baseada em desempenho aeróbico ou anaeróbico. Somente Antonio et al. (2014) citou conflito de interesse.

Os principais efeitos identificados da ingestão de proteínas associados ao treinamento resistido estão descritos no Quadro 1.

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

Quadro 1 – Características e resultados dos estudos selecionados.

Autor/Ano	Amostra (N) e sexo	Prescrição de proteína	Prescrição de treinamento	Resultados	Tipo de estudo
ANTONIO et al., 2014	19 homens e 11 mulheres	- Grupo C: 1,8 ± 0,4 g/kg/dia - Grupo AP: 4,4 ± 0,8 g/kg/dia	Protocolo de treinamento resistido habitual dos participantes	= PC, = MM, = %G	Ensaio clínico randomizado
ANTONIO et al., 2015	37 homens e 11 mulheres	- Grupo C: 2,3 ± 0,6 g/kg/dia - Grupo AP: 3,4 ± 0,6 g/kg/dia	Treinamento resistido (5x/semana)	↓%G, ↑MM (2 grupos), = TD	Ensaio clínico controlado
ANTONIO et al., 2016	12 homens	Grupo C: 2,6 ± 0,8 g/kg/dia - Grupo AP: 3,3 ± 0,8 g/kg/dia.	Protocolo de treinamento resistido habitual dos participantes	↓PC (2 grupos), ↓%G (grupo AP), = MM	Ensaio clínico controlado
HOFFMAN et al., 2006	23 homens	- Grupo AR: 1,19 ± 0,14 g/kg/dia - Grupo QR: 1,74 ± 0,13 g/kg/dia - Grupo ACR: 2,36 ± 0,44 g/kg/dia	Treinamento resistido (4x/semana)	= PC, = %G, ↑↑MM (grupo QR/ e ACR), ↑TD (3 grupos)	Ensaio clínico controlado
KIM et al., 2014	18 homens	- Grupo C: 15,1 ± 0,9 % (ingestão energética total diária). - Grupo AP: 30,2 ± 0,9 % (ingestão energética total diária).	Treinamento resistido (6x/semana)	↓%G, ↓INS, ↓GLIC, =PA, = IGF1, ↑GH, ↑MM, ↑T, ↑CR, ↑GRE, ↑HDL	Ensaio clínico randomizado
LONGLAND et al., 2016	40 homens	- Grupo C: 1,2 ± 0,1 g/kg/dia - Grupo AP: 2,4 ± 0,1 g/kg/dia	Treinamento resistido (6x/semana) + Treinamento aeróbico (2x/semana)	↓PC (2 grupos), ↓%G, ↑MM, ↑UR, = TD, = CREA	Ensaio clínico randomizado

Quadro 1 – Características e resultados dos estudos selecionados (cont.).

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

Autor/Ano	Amostra (N) e sexo	Prescrição de proteína	Prescrição de treinamento	Resultados	Tipo de estudo
MAESTA; OUTA ANGELELI; BURINI, 2008	6 homens	- Semana 1 e 2: 1,54 ± 0,03 g/kg/dia (2 semanas) -Semana 3 e 4: 2,51 ± 0,03 g/kg/dia (2 semanas)	Treinamento resistido (6x/semana seguido por um dia de descanso)	↑ PC, ↑%G, ↑MM, ↑TG, ↑INS ↓CT, ↓TT, ↓TL, = HDL, = GLI, = ALB	Ensaio clínico não controlado
METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010	22 homens	- Grupo C: 1,64 ± 0,06 g/kg/dia (semana 2), 0,98 ± 0,02 g/kg/dia (semana 3) e 0,97 ± 0,02 g/kg/dia (semana 4). - Grupo AP: 1,58 ± 0,06 g/kg/dia (semana 2), 2,31 ± 0,08 g/kg/dia (semana 3) e 2,32 ± 0,08 g/kg/dia (semana 4).	Protocolo de Treinamento resistido habitual dos participantes	= TD, = PG, ↓GLI; ↓IGF1; ↓TL (2 grupos), ↓PC, ↓↓MM, ↑UR	Ensaio clínico randomizado
PASIAKOS et al., 2013	32 homens e 7 mulheres	- Grupo RDA: 0,85 ± 0,01 g/kg/dia - Grupo 2x RDA: 1,63 ± 0,01 g/kg/dia - Grupo 3x RDA: 2,47 ± 0,02 g/kg/dia	Treinamento resistido (3x/semana) + Treinamento aeróbico (3x/semana)	↓PC (grupo RDA), ↓%G (grupo 2xRDA e 3xRDA), ↓↓MM (grupos 2xRDA e 3xRDA)	Ensaio clínico controlado

***Legenda:** %G = percentual de gordura; = (igual); ↑ = aumento; ↑↑ = maior aumento; ↓ = diminuição; ↓↓ = menor diminuição, ALB = albumina; CHO = carboidratos; CR = cortisol; CREA = creatinina; CT = colesterol total; GH = hormônio do crescimento; GLI = glicemia; GRE = grelina; Grupo ACR = grupo acima do recomendado; Grupo AP = grupo alta proteína; Grupo AR = grupo abaixo do recomendado; Grupo C = grupo controle; Grupo QR = grupo quantidade recomendada; HDL = lipoproteína de alta densidade; IGF1 = fator de crescimento semelhante à insulina-1; INS = insulina; LIP = lipídios; MM = massa magra; PA = pressão arterial; PC = peso corporal; PG = perda de gordura; PP = perfil lipídico; PTN = proteínas; T = testosterona; TD = teste de desempenho; TF = taxa de filtração glomerular; TG = triglicérides; TL = testosterona livre; TT = testosterona total; UR = ureia.

DISCUSSÃO

Nenhum dos estudos encontrou mudanças estatisticamente significativas nos parâmetros que avaliaram o aumento de massa magra em grupos que ingeriram quantidades proteicas maiores, como 4,4 g/kg/dia, em comparação aos que tinham a ingestão em torno de 2 g/kg/dia (ANTONIO et al., 2014; ANTONIO et al., 2015. ANTONIO et al., 2016). Estes resultados convergem com a ingestão de proteína preconizada pela *International Society of Sports Nutrition* (JAGER et al., 2017), *Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine* (THOMAS et al., 2016) e *Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding* (SLATER; PHILLIPS, 2011). Estes autores especulam que para aumentar a

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

massa muscular, por meio de um balanço proteico muscular positivo, além de otimizar as adaptações induzidas pelo treinamento resistido, quantidades entre 1,4-2,0 g/kg/dia já seriam suficientes para a maioria dos indivíduos. Os estudos que apresentaram grupos com ingestão proteica inferior a 1,5 g/kg/dia ou < 15% do valor energético total (MAESTA; OUTA ANGELELI; BURINI, 2008; KIM et al., 2014; METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010; LONGLAND et al., 2016; HOFFMAN et al., 2006; PASIAKOS et al., 2013) não obtiveram resultados para hipertrofia muscular, além de observar maiores perdas de massa muscular quando concomitante a situações de restrição calórica. Churchward-Venne et al. (2013) relatam que um excesso de energia proveniente da ingestão de proteínas, entre 1,8-3,0 g/kg/dia, está associado ao aumento de massa magra, mas não adiposa, quando comparada à superalimentação com baixa ingestão de proteína (0,68-1,0 g/kg/dia).

Dietas hipocalóricas foram analisadas por Mettler; Mitchell; Tipton (2010), Longland et al. (2016) e Pasiakos et al., (2013). Os estudos indicaram que em condições de déficit calórico, os grupos que ingeriram maiores quantidades de proteínas apresentaram menor perda de massa magra e maiores perdas de massa adiposa. Segundo Thomas et al. (2016) e Jager et al. (2017), situações de privação de calorias devem ser acompanhadas de um maior aporte proteico, visto que a proteína parece ter efeito protetor de proteínas musculares, auxiliando na manutenção da síntese proteica, evitando perdas de massa magra. O exercício resistido também apresenta função de manutenção de massa muscular em condições de restrição energética (BRYNER et al., 1999; KRAEMER et al., 1999).

Os estudos que utilizaram as maiores quantidades de proteínas (MAESTA; OUTA ANGELELI; BURINI, 2008; ANTONIO et al., 2014; ANTONIO et al., 2015; ANTONIO et al., 2016) não encontraram alterações em nenhum marcador bioquímico de função renal, mesmo com quantidades de proteína de 2,5 - 4,4 g/kg/dia. Estes resultados vão ao encontro do que é alegado por Martin; Armstrong; Rodriguez (2005), Poortmans; Dellalieux (2000) e Jager et al. (2017), onde os autores relatam que uma ingestão aumentada de proteínas por indivíduos saudáveis, fisicamente ativos ou atletas não fornece indicação de danos hepato-renais. Em indivíduos com dano renal preexistente, a alta ingestão de proteínas pode levar à progressão da perda de função do órgão, devido ao aumento crônico da pressão glomerular e da hiperfiltração, contudo não há evidências que sustentem este dano em indivíduos saudáveis (MARTIN; ARMSTRONG; RODRIGUEZ, 2005). Os únicos estudos que apresentaram alterações nos níveis de ureia foram Mettler; Mitchell; Tipton (2010) e Longland et al. (2016), contudo os estudos avaliaram uma dieta hiperproteica e restrita em calorias (hipocalórica). Este fato pode ser justificado por alterações no metabolismo dos aminoácidos, visto que em condições de fornecimento insuficiente de calorias

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

ocorrerá uma maior degradação de aminoácidos, para manutenção das demandas energéticas, e conseqüentemente maior formação de ureia, ou em situações onde há excesso de proteínas além da capacidade de síntese, direcionando os aminoácidos para oxidação e posterior ureogênese. (PHILLIPS, 2004; PHILLIPS, 2014; MORTON; MCGLORY; PHILLIPS, 2015).

Antonio et al. (2016) realizaram um estudo cruzado randomizado com 14 homens treinados em resistência. Os indivíduos mantiveram a ingestão proteica acima de 2 g/kg/dia por um período de um ano, independente de compor o grupo de ingestão normal ($2,51 \pm 0,69$ g g/kg/dia) ou alta em proteínas ($3,32 \pm 0,87$ g/kg/dia). Segundo o estudo, o consumo crônico de uma dieta rica em proteínas não apresentou efeitos prejudiciais em marcadores lipídicos sanguíneos, mesmo com aumento no consumo de colesterol, bem como nas funções hepática e renal. Da mesma forma, o excesso de calorias proveniente de proteínas não acarretou em diferenças significativas no tecido adiposo ou massa livre de gordura entre os grupos.

Com exceção de Maesta; Outa Angeleli; Burini (2008), em nenhum outro estudo o percentual de gordura aumentou de forma estatisticamente significativa, independente de ingestão proteica acima de 2 g/kg/dia ou saldo calórico positivo (ANTONIO et al., 2016; ANTONIO et al., 2015; ANTONIO et al., 2014; PASIAKOS et al., 2013; HOFFMAN et al., 2006; LONGLAND et al., 2016; METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010; KIM et al., 2014). Segundo Bendtsen et al. (2013), a proteína apresenta alto efeito térmico e sacietógeno e com capacidade de redução do estímulo de apetite, mediado por hormônios gastrointestinais anorexígenos. Desta forma, o excesso proteico poderia dificultar o ganho de peso, mesmo em períodos de elevada ingestão de alimentos, visto que quanto maior a ingestão de proteínas, maior será o efeito térmico e sacietógeno induzido pelo nutriente. De acordo com Phillips (2014), atletas que visam à diminuição do percentual de gordura devem optar por dietas que apresentam um déficit calórico, na maioria dos casos proveniente da diminuição de lipídios, associado a uma ingestão de proteínas superior a recomendação para hipertrofia muscular, com finalidade de evitar perdas de massa magra e aproveitar o seu efeito térmico.

Os estudos que analisaram o efeito da ingestão de proteínas na performance, através de protocolos de testes físicos (METTLER; MITCHELL; TIPTON, 2010; LONGLAND et al., 2016; HOFFMAN et al., 2006; ANTONIO et al., 2015; ANTONIO et al., 2016) não encontraram diferenças entre grupos para qualquer variável baseada em desempenho aeróbico ou anaeróbico. Um estudo randomizado controlado (HERDA et al., 2013) analisou o efeito da suplementação de proteína em marcadores de força e resistência muscular em 106 homens, associado ao treinamento resistido, por 8 semanas. Após o tempo de intervenção, os autores não encontraram diferenças no

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

desempenho muscular entre os grupos. Apesar dos resultados encontrados no presente estudo não indicarem melhoras nas variáveis de desempenho, Pasiakos; Mcllellan; Lieberman (2015) por meio de uma revisão sistemática sugeriram que a suplementação proteica pode acelerar os ganhos de força, potência anaeróbica e aeróbica, conforme a progressão adequada dos protocolos de treinamento.

Estudo de Ahtiainen et al. (2015) investigou o efeito do treinamento resistido no metabolismo da testosterona em homens adultos e idosos. Após o período de intervenção de 12 meses não foram observadas alterações no metabolismo da testosterona induzido pelo treinamento resistido, indicando uma estabilidade homeostática para este hormônio em homens de diferentes idades. Pyka; Wiswell; Marcus (1992) analisaram as respostas sérias de GH a circuitos de treinamento resistido, compostos por 12 exercícios, em adultos e idosos. O exercício aumentou os valores basais de GH durante e após a sessão de treino nos dois grupos, independente de gênero, entretanto a resposta do GH no grupo composto por idosos foi significativamente menor. De acordo com Morton et al. (2016), o aumento na secreção de hormônios anabólicos posterior ao exercício está diretamente relacionada às adaptações de hipertrofia e força muscular. Diferentemente do exercício resistido, o teor de proteína da dieta não é capaz de influenciar de maneira significativa hormônios como testosterona, cortisol, IGF-1 e GH (HOFFMAN et al., 2006).

Houve algumas limitações no presente estudo, incluindo o elevado número de estudos encontrados e apenas um pesquisador independente responsável pela seleção e extração de dados, conforme os critérios previamente estabelecidos. Também foi necessária a exclusão de parâmetros bioquímicos e/ou de avaliação física presentes em alguns estudos, devido à possibilidade de confusão e má interpretação de resultados. Nenhum dos estudos avaliou qualidade e fracionamento proteico, frequência de refeições, composição de aminoácidos, capacidade de digestão da proteína e teor de leucina, fatores que podem interferir diretamente nas variações de síntese e degradação proteica.

CONCLUSÃO

Esta revisão de literatura sugere que a ingestão de proteínas visando a hipertrofia muscular para indivíduos praticantes de treinamento resistido deve ser em torno de 2 g/kg/dia. Quantidades acima de 2 - 2,5 g/kg/dia podem dificultar o processo de ganho de massa muscular devido ao efeito térmico do nutriente, aumentando o gasto calórico e o efeito sacietógeno, podendo dificultar a ingestão de uma maior quantidade de alimentos, impossibilitando o alcance de uma elevada

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

ingestão calórica. Em relação à composição corporal, doses de proteína acima do recomendado para hipertrofia muscular podem auxiliar na manutenção da massa muscular em períodos de restrição calórica e o excesso calórico proveniente da proteína parece não acarretar em aumento de tecido adiposo.

Dietas ricas em proteínas parecem não ter efeito deletério sobre a função renal em indivíduos saudáveis, praticantes de atividade física por período de até um ano. Em relação à capacidade física, uma maior ingestão de proteínas parece não afetar o desempenho aeróbico ou anaeróbico de maneira significativa. Apesar dos resultados encontrados pelo presente estudo, são necessários mais ensaios clínicos randomizados e estudos de meta-análise que avaliem em longo prazo o efeito de dietas hiperproteicas sobre as adaptações musculares em indivíduos praticantes de atividade física.

Conflito de Interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

AHTIAINEN, J. P. et al. Effects of resistance training on testosterone metabolism in younger and older men. *Experimental gerontology*, v. 69, p. 148–158, set. 2015.

ANTONIO, J. et al. A high protein diet (3.4 g/kg/d) combined with a heavy resistance training program improves body composition in healthy trained men and women – a follow-up investigation. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 12, n. 1, p. 39, 20 out. 2015.

ANTONIO, J. et al. A High Protein Diet Has No Harmful Effects: A One-Year Crossover Study in Resistance-Trained Males. *Journal of Nutrition and Metabolism*, v. 2016, 2016.

ANTONIO, J. et al. The effects of a high protein diet on indices of health and body composition – a crossover trial in resistance-trained men. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 13, n. 1, p. 3, 16 jan. 2016.

ANTONIO, J. et al. The effects of consuming a high protein diet (4.4 g/kg/d) on body composition in resistance-trained individuals. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 11, n. 1, p. 19, 12 maio 2014.

BAKER, J. S.; MCCORMICK, M. C.; ROBERGS, R. A. Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise. *Journal of nutrition and metabolism*, v. 2010, p. 905612, 2010.

BANGSBO, J. et al. Elevated muscle glycogen and anaerobic energy production during exhaustive exercise in man. *The Journal of physiology*, v. 451, p. 205–227, 1992.

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

BENDTSEN, L. Q. et al. Effect of Dairy Proteins on Appetite, Energy Expenditure, Body Weight, and Composition: a Review of the Evidence from Controlled Clinical Trials¹. *Advances in Nutrition*, v. 4, n. 4, p. 418–438, 8 jul. 2013.

BRYNER, R. W. et al. Effects of resistance vs. aerobic training combined with an 800 calorie liquid diet on lean body mass and resting metabolic rate. *Journal of the American College of Nutrition*, v. 18, n. 2, p. 115–121, abr. 1999.

BURD, N. A. et al. Enhanced Amino Acid Sensitivity of Myofibrillar Protein Synthesis Persists for up to 24 h after Resistance Exercise in Young Men. *The Journal of Nutrition*, v. 141, n. 4, p. 568–573, 1 abr. 2011.

CHANTRANUPONG, L. et al. The Sestrins interact with GATOR2 to negatively regulate the amino-acid-sensing pathway upstream of mTORC1. *Cell reports*, v. 9, n. 1, p. 1–8, 9 out. 2014.

CHURCHWARD-VENNE, T. A. et al. Leucine supplementation of a low-protein mixed macronutrient beverage enhances myofibrillar protein synthesis in young men: a double-blind, randomized trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 99, n. 2, p. 276–286, fev. 2014.

CHURCHWARD-VENNE, T. A. et al. Role of protein and amino acids in promoting lean mass accretion with resistance exercise and attenuating lean mass loss during energy deficit in humans. *Amino acids*, v. 45, n. 2, p. 231–240, ago. 2013.

DREYER, H. C. et al. Resistance exercise increases AMPK activity and reduces 4E-BP1 phosphorylation and protein synthesis in human skeletal muscle. *The Journal of physiology*, v. 576, n. Pt 2, p. 613–624, 15 out. 2006.

DRUMMOND, M. J. et al. Nutritional and contractile regulation of human skeletal muscle protein synthesis and mTORC1 signaling. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), v. 106, n. 4, p. 1374–1384, abr. 2009.

HERDA, A. A. et al. Muscle performance, size, and safety responses after eight weeks of resistance training and protein supplementation: a randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Journal of strength and conditioning research*, v. 27, n. 11, p. 3091–3100, nov. 2013.

HOFFMAN, J. R. et al. Effect of Protein Intake on Strength, Body Composition and Endocrine Changes in Strength/Power Athletes. *JOURNAL OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SPORTS NUTRITION*, v. 3, dez. 2006.

HOLECEK, M. Branched-chain amino acids in health and disease: metabolism, alterations in blood plasma, and as supplements. *Nutrition & metabolism*, v. 15, p. 33, 2018.

JAGER, R. et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, p. 20, 2017.

KATSANOS, C. S. et al. A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, v. 291, n. 2, p. E381-387, ago. 2006.

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

KERKSICK, C. M. et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 15, n. 1, p. 38, 1 ago. 2018.

KIM, H. H. et al. Interactive effects of an isocaloric high-protein diet and resistance exercise on body composition, ghrelin, and metabolic and hormonal parameters in untrained young men: A randomized clinical trial. *Journal of diabetes investigation*, v. 5, n. 2, p. 242–247, 23 mar. 2014.

KRAEMER, W. J. et al. Influence of exercise training on physiological and performance changes with weight loss in men. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 31, n. 9, p. 1320–1329, set. 1999.

LONGLAND, T. M. et al. Higher compared with lower dietary protein during an energy deficit combined with intense exercise promotes greater lean mass gain and fat mass loss: a randomized trial. *AMERICAN JOURNAL OF CLINICAL NUTRITION*, v. 103, n. 3, p. 738–746, mar. 2016.

MAESTA, N.; OUTA ANGELELI, A. Y.; BURINI, R. C. Effect of the Dietary Protein Intake on the Muscular Gain, Nitrogen Balance and 15N-Glycine Kinetics of Athletes in Resistance Training. *REVISTA BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE*, v. 14, n. 3, p. 215–220, jun. 2008.

MARTIN, W. F.; ARMSTRONG, L. E.; RODRIGUEZ, N. R. Dietary protein intake and renal function. *Nutrition & metabolism*, v. 2, p. 25, 20 set. 2005.

METTLER, S.; MITCHELL, N.; TIPTON, K. D. Increased protein intake reduces lean body mass loss during weight loss in athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 42, n. 2, p. 326–337, fev. 2010.

MILLER, B. F. et al. Coordinated collagen and muscle protein synthesis in human patella tendon and quadriceps muscle after exercise. *The Journal of Physiology*, v. 567, n. Pt 3, p. 1021–1033, 15 set. 2005.

MOBERG, M. et al. Activation of mTORC1 by leucine is potentiated by branched-chain amino acids and even more so by essential amino acids following resistance exercise. *American journal of physiology. Cell physiology*, v. 310, n. 11, p. C874-884, 1 jun. 2016.

MORTON, R. W. et al. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. *Journal of Applied Physiology*, v. 121, n. 1, p. 129–138, 1 jul. 2016.

MORTON, R. W.; MCGLORY, C.; PHILLIPS, S. M. Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Frontiers in physiology*, v. 6, p. 245, 2015.

NAIR, K. S.; HALLIDAY, D.; GRIGGS, R. C. Leucine incorporation into mixed skeletal muscle protein in humans. *The American Journal of Physiology*, v. 254, n. 2 Pt 1, p. E208-213, fev. 1988.

PASIAKOS, S. M. et al. Effects of high-protein diets on fat-free mass and muscle protein synthesis following weight loss: a randomized controlled trial. *FASEB journal: official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, v. 27, n. 9, p. 3837–3847, set. 2013.

Efeito de dietas hiperproteicas nas adaptações musculares induzidas pelo treinamento resistido: revisão de literatura

PASIAKOS, S. M.; MCLELLAN, T. M.; LIEBERMAN, H. R. The effects of protein supplements on muscle mass, strength, and aerobic and anaerobic power in healthy adults: a systematic review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, v. 45, n. 1, p. 111–131, jan. 2015.

PHILLIPS, S. M. A Brief Review of Critical Processes in Exercise-Induced Muscular Hypertrophy. *Sports Medicine (Auckland, N.z.)*, v. 44, n. Suppl 1, p. 71–77, 2014.

PHILLIPS, S. M. A brief review of higher dietary protein diets in weight loss: a focus on athletes. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 44 Suppl 2, p. S149-153, nov. 2014.

PHILLIPS, S. M. Protein requirements and supplementation in strength sports. **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, v. 20, n. 7–8, p. 689–695, ago. 2004.

POORTMANS JR, DELLALIEUX O. Do regular high protein diets have potential health risks on kidney function in athletes? *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2000;10:28–38.

PYKA, G.; WISWELL, R. A.; MARCUS, R. Age-dependent effect of resistance exercise on growth hormone secretion in people. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, v. 75, n. 2, p. 404–407, ago. 1992.

RES, P. T. et al. Protein ingestion before sleep improves postexercise overnight recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 44, n. 8, p. 1560–1569, ago. 2012.

SLATER, G.; PHILLIPS, S. M. Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding. *JOURNAL OF SPORTS SCIENCES*, v. 29, n. 1, SI, p. S67–S77, 2011.

STOKES, T. et al. Recent Perspectives Regarding the Role of Dietary Protein for the Promotion of Muscle Hypertrophy with Resistance Exercise Training. *Nutrients*, v. 10, n. 2, 7 fev. 2018.

TANG, J. E. et al. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, v. 107, n. 3, p. 987–992, set. 2009.

THOMAS, D. T.; ERDMAN, K. A.; BURKE, L. M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *JOURNAL OF THE ACADEMY OF NUTRITION AND DIETETICS*, v. 116, n. 3, p. 501–528, mar. 2016.

WELLE, S. et al. Postprandial myofibrillar and whole body protein synthesis in young and old human subjects. *The American journal of physiology*, v. 267, n. 4 Pt 1, p. E599-604, out. 1994.

WOLFSON, R. L. et al. Sestrin2 is a leucine sensor for the mTORC1 pathway. *Science (New York, N.Y.)*, v. 351, n. 6268, p. 43–48, 1 jan. 2016.

Recebido em: 06/11/2019

Aceito em: 05/04/2021