

**EFEITOS DO CONSUMO PROTÉICO SOBRE A HIPERTROFIA OCACIONADA PELO TREINAMENTO RESISTIDO: UMA VISÃO ATUAL**Santiago Tavares Paes<sup>1,2</sup>**RESUMO**

**Objetivo:** Levantar, discutir e sintetizar as pesquisas que analisaram os efeitos do consumo proteico sobre a hipertrofia muscular ocasionada pelo treinamento resistido. **Fontes de dados:** A pesquisa foi realizada nas bases de dados do Pubmed. Os descritores utilizados foram: Protein consumption, Protein intake, Resistance exercise, Resistance training, Hypertrophy, Exercise, Nutrition. **Síntese dos dados:** O rastreamento dos estudos utilizando os descritores encontrou 73195 estudos. Após cruzamento entre os descritores, obteve-se 4.412 estudos. Desses, depois de realizada análise dos títulos dos estudos, foram cogitados 502 relevantes referências; Após leitura dos resumos 120 estudos foram selecionados, sendo então submetidos aos critérios de inclusão/exclusão, totalizando, ao final, 47 estudos, lidos integralmente. A maioria dos estudos relacionou a prática do treinamento resistido e a capacidade de síntese de proteínas musculares cujo efeito está associado, entre outros fatores nutricionais, a ingestão de quantidades diárias relativamente maiores de proteínas de alta qualidade aminoacídica. **Conclusões:** A prática de treinamento resistido é capaz de potencializar a síntese de proteínas musculares aguda e cronicamente. Atletas que realizam essa modalidade necessitam consumir uma quantidade diária relativamente maior de proteínas ricas em aminoácidos essenciais para recuperar o dano tecidual muscular ocasionado pelo treino. O consumo aproximado de 20-25g de proteínas, preferencialmente com valores significativos de leucina, parecem potencializar a síntese e recuperação miofibrilar especialmente no pós-treinamento, entretanto a magnitude da hipertrofia ocasionada por esse tipo de exercício é também influenciada por fatores metabólicos, tensionais e hormonais.

**Palavras-chave:** Ingestão Proteica. Exercício Resistido. Hipertrofia. Exercício Físico. Nutrição.

**ABSTRACT**

Protein consumption effects on hypertrophy provoke by resistance training: a current vision

**Aim:** Discuss and synthesize researches examining the effects of protein intake on muscle hypertrophy caused by resistance training. **Data sources:** The survey was conducted in Pubmed databases. The key words used were: Protein consumption, Protein Intake, Resistance Exercise, Resistance Training, Hypertrophy, Exercise, Nutrition. **Data synthesis:** Screening studies using the keywords found 73,195 studies. After cross between the descriptors, it was obtained 4,412 studies. Of these, performed after analyzing the titles of the studies were banded about 502 relevant references; after reading the abstracts a total of 120 studies were selected and then submitted to the inclusion/exclusion criteria, totaling 47 studies. Most of the studies related to practice Resistance Training and muscle protein synthesis capability which effect is associated with, among other nutritional factors, the daily intake of relatively large amounts of high quality protein amino acid. **Conclusions:** The resistance training practice is able to enhance the synthesis of muscle proteins acute and chronically. Athletes who perform this type of training need to consume daily a higher amount of protein rich in essential amino acids to recovery muscle tissue damage caused by training. The approximate consumption of 20-25g of protein, preferably with significant amounts of leucine, seem to enhance the synthesis and myofibrillar recovery especially post-training, however the level of hypertrophy caused by this type of exercise is also influenced by metabolic, tension and hormonal factors.

**Key words:** Protein Intake. Resistance Exercise. Hypertrophy. Exercise. Nutrition.

1-Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A prática regular de exercícios físicos é capaz de promover diversas positivas adaptações estruturais e moleculares que interferem diretamente, entre outros aspectos, na utilização sistêmica dos substratos energéticos relacionados ao trabalho desenvolvido pela musculatura esquelética ativa.

O aumento da atividade metabólica é uma das consequências fisiológicas ocasionadas pelo exercício físico e adicionalmente tem impacto sobre o remodelamento da morfologia corporal do indivíduo (Egan e Zierath, 2013).

Adicionalmente, o consumo de diferentes nutrientes advindos da alimentação é capaz de desencadear reações bioquímicas que concomitantemente à prática de exercício físicos potencializa a atividade celular, enzimática e metabólica de diversos sistemas energéticos (Poortmans e colaboradores, 2012).

A união desses fatores é considerada pilar para a modulação do fenótipo corporal do homem, o que compete ao treinamento físico e alimentação, a capacidade de modular positivamente características morfológicas, tais como, o aumento da taxa de massa muscular (MM) esquelética e redução do percentual de gordura corporal tanto visceral quanto subcutânea (Herring e colaboradores, 2013).

Dentre as diversas possibilidades, o treinamento resistido (TR) ou de contra resistência, popularmente conhecido como musculação é considerado a principal forma de exercício físico para desenvolvimento da hipertrofia do músculo esquelético, nele o praticante necessita realizar uma contração tensional do músculo que rompa a sobrecarga de uma dada resistência (Mitchell e colaboradores, 2013).

A hipertrofia miofibrilar, ocorre a nível molecular e é caracterizada pelo aumento da seção transversa do músculo esquelético. Sua regulação, entre outros fatores, está diretamente associada aos aspectos hormonais e nutricionais, e também, sobretudo, por estímulos tensionais biomecânicos desenvolvidos pelo movimento, especialmente aqueles realizados contra uma resistência de sobrecarga (Phillips, 2009).

Entretanto, é necessário que o consumo alimentar diário dos macronutrientes carboidratos, gorduras e proteínas e demais micronutrientes, forneça elementos suficientes que sejam capazes de suprir a demanda energética e nutricional do treinamento de contra resistência e principalmente promover adequadamente a recuperação da musculatura esquelética microlesionada pós-treinamento (Bosse e Dixon, 2012; Egan e Zierath, 2013; Herring e colaboradores, 2013; Poortmans e colaboradores, 2012).

No âmbito do TR, a intensidade da carga voluntariamente suportada é chamada de repetição máxima (RM).

O volume suportado contra uma dada resistência, advindo da realização de repetições de movimentos musculares concêntricos e excêntricos leva ao desenvolvimento de um stress mecânico local, de estiramento e encurtamento, que continuamente acionado ocasiona um desbalanço metabólico momentâneo capaz de “danificar” a porção muscular exercitada e sinalizar respostas inflamatórias, hormonais, metabólicas e nutricionais de reparação.

Todo esse processo estimula molecularmente células satélites miofibrilares a recompor essas microlesões teciduais, originando um novo processo de síntese de proteínas, o que leva ao desenvolvimento da hipertrofia muscular esquelética (Pasiakos, 2012; Blaauw e colaboradores, 2013).

Exercícios de contra resistência realizados sob intensidades entre 75-90% RM, são apontados pela literatura, como os responsáveis por promover maiores níveis de hipertrofia muscular aos praticantes (Kumar e colaboradores, 2009).

Entretanto, existem evidências que demonstraram que cargas de treino de 30% RM realizadas até exaustão muscular, também são capazes de promover taxas hipertróficas pós-treinamento semelhantes (Burd e colaboradores, 2010).

Por outro lado, diversos estudos relatam que dietas compostas por alimentos ricos em proteínas, principalmente de origem animal, são capazes de acionar importantes mecanismos moleculares relacionados a hipertrofia muscular, estando ou não aderido à prática de TR (Pasiakos, 2012).

O consumo proteico (CP), está diretamente associado ao anabolismo do músculo esquelético. A proteína é um

macronutriente, que entre outras funções celulares, possui função tecidual estrutural, isto é, o consumo ajustado de proteínas, dentro das recomendações dietéticas individualizadas diárias, é capaz de suprir as demandas orgânicas desse nutriente, cuja necessidade é expressa oscilatoriamente durante todo o dia, pelo chamado turnover proteico, em que períodos de jejum estimulam o catabolismo tecidual de diversos órgãos metabólicos e períodos de alimentação promovem anabolismo celular dos mesmos sistemas energéticos corporais (Churchward-Venne e colaboradores, 2012; Herring e colaboradores, 2013).

Os períodos oscilatórios de disponibilização sérica desse nutriente e privação da oferta de nutrientes, ambos sistêmicos, constituem respectivamente a chamada rede de balanço proteico, onde o equilíbrio dinâmico entre os estados de anabolismo e catabolismo muscular, modulam a contribuição metabólica dos músculos e modulam o nível da biodisponibilidade desse nutriente, que associada a fatores hormonais e tensionais são a chave para a promoção da hipertrofia do músculo esquelético (Churchward-Venne e colaboradores, 2012).

Assim, quando a frequência de síntese de proteína é maximizada ou maior do que o catabolismo, o balanço proteico torna-se positivamente anabólico, em contrapartida. Caso haja uma oferta insuficiente de energia dentro de um dado período de tempo, o catabolismo muscular se sobrepõe ao anabolismo, dando condição ao balanço proteico negativo (Phillips, 2009).

A capacidade anabólica dos alimentos proteicos ingeridos se faz por conta da composição e quantidade de aminoácidos de uma específica proteína. Dessas, as que possuem maior valor biológico, são aquelas detentoras de grandes quantidades de aminoácidos essenciais (AAE), cuja síntese não é realizada pelo nosso organismo.

Elas são as principais responsáveis pela ativação das cascatas de reações celulares que sinalizam a síntese de proteínas musculares (Phillips e Van Loon, 2011).

Tratam-se de 9 aminoácidos: valina, isoleucina, leucina, treonina, fenilalanina, histidina, triptofano, metionina e lisina (Tang e Phillips, 2009; Poortmans e colaboradores, 2012).

O nível de hipertrofia muscular alcançado por praticantes de atividade física é intimamente dependente de diversos fatores, a saber: idade, gênero, fatores genéticos, suprimento das necessidades nutricionais diárias, composição corporal, nível de atividade física e especificidade da modalidade esportiva praticada, em especial, o TR (Phillips, 2009).

Inúmeras evidências demonstram que a prática de TR quando associada ao correto CP é capaz de potencializar a hipertrofia muscular. Entretanto, ainda existem divergências entre as diferentes diretrizes de órgãos vinculados a nutrição esportiva e pesquisas que relacionam o CP e o TR (Slater e Phillips, 2011).

Alguns questionamentos ainda pairam sobre essa temática, como: Quantidade, frequência e teor de aminoácidos essenciais dos diferentes tipos de proteínas consumidas e dose resposta anabólica do consumo pré, durante e pós TR (Poortmans e colaboradores, 2012; Slater e Phillips, 2011).

Por conta disso, o presente estudo tem por objetivo levantar, discutir e sintetizar as pesquisas que analisaram os efeitos do consumo proteico sobre a hipertrofia muscular ocasionada pelo TR.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foi realizada uma revisão da literatura com foco nos estudos que avaliaram os efeitos do consumo proteico sobre a hipertrofia muscular ocasionada pelo TR.

As bases de dados utilizadas foram Pubmed/MedLine e Web of Science. Os descritores aplicados foram: Protein consumption, Protein intake, Resistive exercise, Resistance training, Hypertrophy, Exercise, Nutrition.

Dessa maneira, buscou-se focalizar os achados mais atuais da literatura sobre o tema e discuti-los. Essa busca foi realizada no período entre junho a novembro de 2014. Foram considerados critérios de inclusão, estudos randomizados e controlados envolvendo indivíduos de ambos os sexos praticantes de TR que relacionaram os efeitos do consumo proteico sobre a hipertrofia muscular ocasionada por esse tipo de modalidade. Inicialmente, após um amplo levantamento, os artigos foram sistematicamente lidos, em seguida foram

analisados e então selecionados. Dessa maneira, buscou-se confrontar as variáveis de interesse e critérios de inclusão do pretendido

estudo com os demais achados da literatura. A Figura 1 demonstra o delineamento da seleção dos estudos.

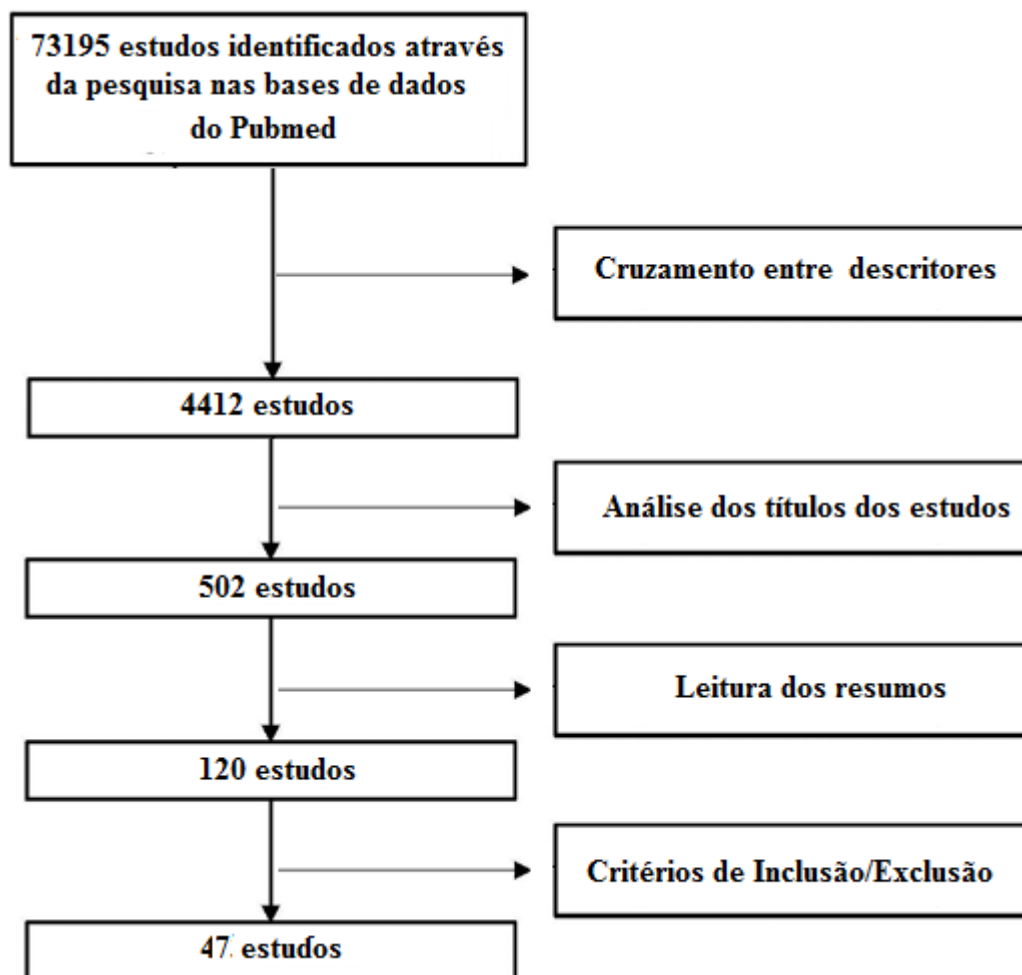


Figura 1 - Seleção dos artigos do estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais efeitos identificados do consumo proteico sobre a hipertrofia muscular ocasionada pelo TR são descritos no Quadro 1.

### Síntese de proteína muscular, treinamento resistido e aminoácidos essenciais

O processo de síntese de proteína muscular (SPM), ou anabolismo muscular, uma das condições biológicas prioritárias para a perpetuação do organismo humano é mediado por diversos fatores fisiológicos, entre

eles metabólicos, hormonais e nutricionais (Blaauw e colaboradores, 2013). Os músculos esqueléticos são capazes de modular a oferta energética inerente a demanda metabólica do corpo, isso é realizado através da glicogenólise e também catabolismo de proteínas musculares (CPM) (Phillips, 2009).

A elevação da SPM, é influenciada diretamente pelo estresse muscular ocasionado pelo TR. Isso pode perdurar durante horas e até mesmo dias (Moore e colaboradores, 2009). Contudo, o aporte proteico é coadjuvante essencial para a elevação do desencadeamento da síntese de

proteínas muscular (Poortmans e colaboradores, 2012).

O consumo de alimentos proteicos que contenham especialmente os aminoácidos essenciais de cadeia ramificada, os chamados BCAAs, são requisitos primários para promoção de uma SPM aumentada. Leucina, Isoleucina e Valina, possuem a maior capacidade anabólica entre os demais AAEs, especialmente a Leucina (Wilkinson e colaboradores, 2007; Tang e Phillips, 2009; Guimarães-Ferreira e colaboradores, 2014).

O consumo de fontes proteicas cuja concentração de leucina seja mais predominante, é apontado como o principal fator aminoacídico de caráter anabólico. Isso

decorre porque a leucina possui em sua conformação química, específicas propriedades capazes de potencializar o principal agente molecular mediador do processo celular de hipertrofia miofibrilar, a mammalian target of rapamycin ou mTOR (Crozier e colaboradores, 2005).

A mTOR atua na regulação da sinalização celular para o crescimento e a autofagia celular. Paralelamente, ela aciona a fosforilação de outras proteínas regulatórias como a p70S6K, eEF2 e rpS6 ambas diretamente responsáveis pelo acionamento molecular da síntese de proteínas do músculo esquelético (Pasiakos, 2012).

**Quadro 1 - Principais efeitos do consumo proteico sobre a síntese de proteína miofibrilares ocasionada pelo TR.**

Autor - data	Nutriente Consumido	Quantidade Consumida	Parâmetros Avaliados	Tipo de Exercício	Resultados
Antonio e colaboradores (2014)	PROT	4,4g/kg/PC	Composição Corporal	TR	--- MM ; ---% G
Areta e colaboradores (2013)	PROT	20g	SPM	TR	Consumo fracionado 3/3 horas ↑SPM pós treino
Beelen e colaboradores (2008)	CHO+PROT	0,15g/kg/PC de CHO 0,15g/kg/PC de PROT	SPM	TR + Endurance	↑SPM durante treino --- SPM pós treino
Borsheim e colaboradores (2004)	CHO	100g de CHO	BP	TR	↑BP ↓CPM
Burke e colaboradores (2012)	PROT+LEU	25g de Whey Protein+ 5 g de LEU	SPM por dose única SPM por dose fracionada	TR	Consumo pré e durante TR --- SPM
Glynn e colaboradores (2013)	AAE CHO+ AAE	10g de AAE 30g de CHO+10g de AAE 30g de ALA+10g de AAE	SPM CPM BP	TR	AAE + (CHO ou ALA) --- SPM
Glynn e colaboradores (2010)	CHO+ AAE	30g de CHO+ 20g de AAE 90g de CHO+20g de AAE	SPM	TR	↑SPM pós TR; --- CPM
Green e colaboradores (2010)	PROT	Dieta HP	Composição Corporal	-	↓ %G
Katsanos e colaboradores (2006)	AAE	6,7g de AAE(1,7g LEU) 6,7g de AAE(2,8g LEU)	SPM em jovens SPM em Idosos	-	6,7gAAE(2,8g LEU) ↑↑SPM em Jovens e Idosos
Koopman e colaboradores (2007)	CHO+PROT	0,15g/kg/PC de CHO+ 0,3 g/kg/PC de PROT 0,6g/kg/PC de CHO+ 0,3 g/kg/PC de PROT	SPM	TR	CHO+PROT --- SPM pós TR
Moore e colaboradores (2009)	PROT	20g de PROT contendo 8,5g de AAEs / 1,5g de LEU	SPM	TR	↑↑ SPM pós TR
Reidy e colaboradores (2013)	PROT	18 g Mix de PROT (Caseína, Proteína isolada de soja, Whey protein)	SPM	TR	Blend de diferentes PROT ↑↑SPM
Staples e colaboradores (2011)	CHO+PROT	50g de CHO + PROT (25 Whey Protein) PROT (25 Whey Protein)	SPM	TR	CHO+PROT --- ↑SPM PROT ↑↑ SPM pós TR
Stark e colaboradores (2012)	CHO+PROT PROT	CHO+PROT 3g de LEU	SPM	TR	CHO+PROT ↑↑ SPM 3g LEU ↑↑ SPM pós TR
West e colaboradores (2011)	PROT	Bolus de Whey protein Pulse de Whey protein	SPM	TR	Bolus de 25g de whey protein ↑↑ SPM que Pulse
Wilkinson e colaboradores (2007)	PROT	500ml de Leite (18g PROT) 500ml de Bebida de Soja (18g PROT)	SPM	TR	Leite ↑↑SPM Bebida de Soja ↑SPM pós TR

**Legenda:** PROT= Proteína; CHO = Carboidrato; AAE= Aminoácidos Essenciais; LEU= Leucina; ALA= Alanina; HP= Hiperprotéica; Kg= Quilogramas; g= Gramas; TR= TR; MM= Massa muscular; %G= Percentual de gordura; SPM= Síntese de Proteínas Musculares; CPM= Catabolismo de Proteínas Musculares; BP= Balanço Proteico; PC= Peso Corporal; (---)= Sem diferenças; ↑ =Aumento ; ↑↑= Maior Aumento ; ↓= Diminuição.

Esse processo é mediado por vias moleculares sensíveis a biodisponibilidade de energia, estresse metabólico oriundo do TR e sinalização de aminoácidos dentro da célula. Todavia, embora os aminoácidos essenciais, principalmente leucina, representem a chave para o estímulo da transformação tecidual, ainda não está totalmente elucidado como ocorre a sensibilização e ativação do complexo mTOR (Jewell e colaboradores, 2013)

Paralelamente, para que isso seja consolidado e um estado anabólico seja proporcionado, destaca-se entre os diversos fatores requeridos, a liberação de hormônios de caráter metabólico entre eles o GH (hormônio do crescimento), IGF-1 (insulin growth factor), testosterona e insulina (Borsheim e colaboradores, 2003; Blaauw e colaboradores, 2013; Mitchell e colaboradores, 2013).

Sugere-se que o consumo de 20-25g de proteína de alto valor biológico por refeição contendo pelo menos 8,5-10g de AAes ou 1,5g de leucina já são capazes de promover estímulos de SPM, seguido ou não de TR. Quando estratificado pelo peso corporal (PC) o valor relativo de consumo margeia 0,25g de proteína/kg de PC (Moore e colaboradores 2009).

Moore e colaboradores (2011) relataram que o consumo de 25g de proteínas do soro do leite, ricas em leucina, independente da associação com outros nutrientes, é capaz de aumentar a taxa de SPM, tanto ingerida em jejum quanto após o TR, entretanto a magnitude da expressão do aparato proteico envolvido na SPM é maior quando associado ao TR.

Além disso, Stark e colaboradores (2012) apontam que exista um limiar quantitativo de maximização hipertrófica estimulada pelo consumo de refeições proteicas contendo no mínimo 3g de leucina. Assim, acredita-se que esse seja o limite inferior de leucina capaz de potencializar o processo hipertrófico miofibrilar em praticantes de TR.

Adicionalmente, aos demais fatores relacionados a síntese de proteínas miofibrilares, a intensidade sob qual o trabalho muscular de TR é realizado, possui importante influência sobre a capacidade anabólica muscular. Cargas de treino entre 75-90% RM, são capazes de estimular o desenvolvimento

de altos níveis de hipertrofia miofibrilar (Kumar e colaboradores, 2009). Entretanto, estudos demonstram que cargas de treino de 30% RM realizadas até exaustão muscular, são capazes de promover taxas hipertróficas pós-treinamento semelhantes às de cargas maiores entre 80-90% RM (Burd e colaboradores, 2010; Mitchell e colaboradores, 2012).

Ademais, o treinamento com pesos realizado sob intensidade de 30% RM, quando comparado ao de 90% RM, foi o único capaz de manter níveis aumentando de síntese de proteínas pós-treino, mesmo após 24 horas transcorridas da sessão (Burd e colaboradores, 2010).

Esses achados abrem novamente a discussão sobre a influência das cargas de TR sobre o desenvolvimento da hipertrofia muscular e a magnitude de ativação hipertrófica ocasionada pela flexibilização da periodização das cargas de treino para esse tipo de treinamento e/ou estratégias de interação carga/volume tanto agudas quanto crônicas com intuito de maximizar a performance ou grau de estímulo de hipertrofia muscular decorrente dos exercícios.

### **Efeitos do consumo de carboidratos e aminoácidos sobre a síntese de proteína muscular ocasionada pelo treinamento resistido**

A ação da insulina, considerada, um dos mais potentes hormônios de caráter anabólico e predominantemente induzida pelo consumo de carboidratos é capaz de modular o desenvolvimento da hipertrofia miofibrilar. Por conta disso, especula-se que o consumo imediato de carboidratos, principalmente de alto índice glicêmico, que desencadeiem hiperinsulinemia após a prática de TR poderiam potencializar a SPM pós-TR (Denne e colaboradores, 1991; Borsheim e colaboradores, 2004; Glynn e colaboradores, 2010; Stark e colaboradores, 2012).

Entretanto, esse achado não é consensual. Diversos estudos evidenciaram que o consumo de carboidratos, ou energia adicional advinda de outro nutriente, após a prática de TR não proporcionou efeito adicional na SPM (Koopman e colaboradores, 2007; Beelen e colaboradores, 2008; Staples e colaboradores, 2011; Glynn e colaboradores, 2013). Ou seja, a adição de carboidratos,

independentemente da concentração glicídica, associados ou não a proteínas não parece aumentar o nível de SPM além da capacidade hipertrófica proporcionada pelo CP ou TR per se (Staples e colaboradores, 2011).

Koopman e colaboradores (2007), demonstraram que o consumo de solução contendo tanto baixa quanto alta quantidade de carboidratos de alto índice glicêmico (0,15g/kg e 0,6g/kg de PC) associada a proteína hidrolisada (0,3g/kg de PC) não estimularam significativamente a SPM pós-TR durante a recuperação muscular de aproximadamente 6 horas.

Corroborando os resultados, Beelen e colaboradores (2008), avaliaram o efeito do consumo de uma bebida contendo carboidrato (0,15g/kg de PC) e proteína hidrolisada (0,15g/kg de PC) sobre a SPM durante e após uma sessão combinada de TR e endurance. Os resultados mostraram que as taxas de SPM aumentaram 48% durante a sessão.

Contudo, a taxa de SPM pós-treino até 9 horas subsequentes as sessões não diferiram do grupo controle exercitado. No entanto, salienta-se que a prática conjunta ao exercício de endurance pode ter sido um fator determinante dos resultados, portanto, sugere-se cautela na comparação dos achados do estudo aos demais que avaliaram unicamente o efeito de TR sobre a SPM.

Uma das justificativas, seria que a insulina, um hormônio peptídico permissivo para a SPM, seria incapaz de exercer efeitos potencializatórios, quando a quantidade de proteína consumida é adequada a demanda do TR (Svanberg e colaboradores, 1997). Adicionalmente, a insulinemia promovida pelo aumento aminoacidêmico seria suficientemente capaz de estimular mudanças na extensão da fosforilação do sinal molecular e expressão de enzimas proteolíticas que marcariam as mudanças no tamanho e magnitude do turnover das proteínas miofibrilares e controle do balanço proteico de SPM e CPM (Greenhaff e colaboradores, 2008).

Entretanto, é importante destacar que de fato, o consumo de carboidratos e consequente insulinemia, apresentam importante papel na modulação do balanço proteico da rede muscular. Isso decorre prioritariamente, da capacidade anti-catabólica exercida pelo consumo glicídico pós-TR, ou seja, essa medida atua na redução

progressiva do catabolismo e consequente melhoria do balanço proteico muscular mesmo no TR (Borsheim e colaboradores, 2004; Glynn e colaboradores, 2010).

Além disso, mudanças agudas na SPM, mas não mudanças no CPM que são aproximadamente 4 vezes menores que a SPM, durante um dia são qualitativamente preditoras das mudanças fenotípicas de composição corporal (Churchward-Venne e colaboradores, 2012).

### **Consumo proteico e síntese de proteína muscular em diferentes momentos pelo treinamento resistido**

O TR otimiza a resposta anabólica e balanço proteico positivo por até 24 horas subsequentes ao treino. Todavia a quantidade proteica consumida é um fator intimamente associado a magnitude da SPM (Churchward-Venne e colaboradores, 2012).

O CP adjacente ao TR, promove a hiperaminoacidemia e potencializa os pulsos de SPM ao longo do período de recuperação pós-treino. Diversos estudos apontam que o CP pós-TR é capaz de aumentar a taxa de hipertrofia miofibrilar (Katsanos e colaboradores, 2006; West e colaboradores, 2011; Reidy e colaboradores, 2013; Walker e colaboradores, 2013).

West e colaboradores (2011) avaliaram o efeito de 2 formas distintas do consumo de whey protein após a realização de uma sessão de TR constituída por 8 séries com 8-10 repetições de extensão bilateral de pernas. A primeira consistia no consumo de uma única dose de 25g após a prática, a outra em 8 doses de 2,5g a cada 20 minutos subsequentes ao treino. O objetivo era comparar a aminoacidemia prontamente aumentada pela dose única com a gradualmente mimetizada pela dose seriada.

A rápida aminoacidemia promovida pelo consumo único de 25g de whey protein, apresentou após 1-3 horas subsequentes ao treino uma taxa de SPM 53% maior que o consumo fracionado de 2,5 a cada 20 minutos. Adicionalmente, após aproximadamente 4 horas essa diferença passou a ser 72% mais elevada que a SPM proporcionada pelo consumo seriado.

Além disso, o consumo de diferentes fontes proteicas misturadas parece exercer maior aminoacidemia que somente uma. Tal

fato foi demonstrado por Reidy e colaboradores (2013) cujo estudo comparou o efeito da SPM entre o consumo de uma bebida proteica pós-TR, composta por 25% proteína de soja isolada, 50% caseína e 25 % de whey protein, totalizando aproximadamente 19g de proteínas, sendo 8,7g de AAEs dos quais 1,8g eram leucina, versus o consumo somente de 18g de whey protein, sendo 8,9g de AAEs dos quais 1,9g eram leucina. O valor proteico consumido pelos participantes correspondia cerca de 0,3g de proteína/kg de MM. O TR realizado foi, 8 séries de extensão de perna com intensidade progressiva de aproximadamente 70% RM.

A análise da biópsia muscular dos participantes mostrou que o consumo do mix de diferentes fontes proteicas foi capaz de aumentar a SPM na mesma proporção que o whey protein, contudo a amplitude da aminoacidemia e sinalização de mTOR promovida pelo consumo do blend foi mais prolongada que o whey protein. Dessa maneira, acredita-se que essa pode ser uma estratégia para prolongar a oferta aminoacídica ao músculo e aumentar a SPM pós-TR.

Investigações sobre a possível potencialização hipertrófica promovida pelo CP pré-TR, apresentam resultados pouco convincentes, por conta disso, acredita-se que essa estratégia talvez não venha contribuir para o aumento da SPM pretendida pelo praticante de TR. A aminoacidemia que precederia a prática do TR aconteceria num momento fisiológico no qual o músculo esquelético estaria incapacitado para desenvolver um ambiente metabólico e hormonal, capaz de gerar uma eventual resposta anabólica postergada necessária para SPM (Bolster e colaboradores, 2002; Rose e colaboradores, 2009).

Corroborando aos achados, Burke e colaboradores (2012) avaliaram o efeito do CP antes e durante, a execução de uma sessão de TR de extensão de perna constituído por 10 séries de 8-10 repetições, com intensidade de 80% RM e descanso de 2 minutos entre as séries. Avaliou-se o efeito da SPM decorrente do consumo de 500ml de uma solução proteica contendo 25g de whey protein e 5g de leucina ingerida em dose única pelos praticantes, 45 minutos antes da sessão e uma outra com mesma concentração, contudo consumida seriadamente em 15 doses

fracionadas de 33ml a cada 15 minutos, ambas antes da sessão de treino. Os pesquisadores chegaram à conclusão de que a aminoacidemia pós-TR se encontrava mais alta que o grupo controle, entretanto ambas formas de consumo não foram capazes de promover um aumento significativo da SPM pós-exercício.

A ingestão proteica durante a prática de TR, aparenta não demonstrar eficácia na potencialização aguda da SPM pós-TR (Van Loon, 2014). Entretanto, sugere-se que o CP durante sessões mais extensas de TR poderia influenciar a diminuição do grau de CPM ao longo da prática, o que aumentaria a resposta regenerativa ao stress tensional do exercício praticado. Portanto, nessas condições, durante treinamentos mais extensos, esse procedimento poderia ser utilizado como possível estratégia dietética anticatabólica, refletida pela diminuição da depleção proteica peri-exercício (Van Loon, 2014).

#### **Consumo proteico no treinamento resistido: Diretrizes e recomendações nutricionais**

Recomendações diárias para o consumo de proteínas por atletas engajados no TR ainda são muito discutidas (Bosse e Dixon, 2012; Stark e colaboradores, 2013). Algumas diretrizes nutricionais esportivas recomendam que a quantidade diária de proteína consumida por praticantes dessa modalidade oscile entre 1,4 a 1,8g de proteína/kg de PC, sendo o limiar superior utilizado por indivíduos com maior experiência no TR e o limiar inferior para os praticantes com menor experiência (Poortmans e colaboradores, 2012).

A estratificação do CP para esportes cuja especificidade contemple valências físicas estimuladas pelo TR, pode sofrer ajustes vinculados tanto ao grau de dispêndio energético oriundo da modalidade quanto da necessidade nutricional vinculada a morfologia corporal do praticante. Pautada nessa condição atletas engajados em esportes de força, como halterofilistas e fisiculturistas, podem requisitar valores de CP diários até 2 vezes maiores que as recomendações voltadas para esportes de força (Slater e Phillips, 2011; Helms e colaboradores, 2014) cujas recomendações perpassam 1,6 a 1,7g de proteína/kg de PC/dia (Phillips, 2004).



As recomendações podem ser influenciadas pelo nível de treinamento físico dos atletas. Períodos de treinamento físico caracterizados por alta frequência, volume e intensidade das cargas de treino, podem elevar o CP para 1,8-2g/kg de PC/dia (Phillips e Van Loon, 2011).

Dietas restritivas ou hipocalóricas visando a redução de PC, principalmente quando associadas a modificação da morfologia corporal em prol do aumento da performance numa dada modalidade, podem exigir as recomendações supracitadas, sob a justificativa da preservação da MM durante esses períodos de privação energética.

Phillips e Van Loon (2011) recomendam que o consumo de proteínas realizado por atletas com intuito de prevenir a perda de MM durante períodos de restrição energética ou redução do percentual de gordura corporal perpassa 1,8-2,7g/kg de PC/dia, entretanto alguns autores ressaltam a necessidade de que o valor estimado de CP seja estratificado levando em consideração a morfologia corporal do atleta e não somente o PC como um todo.

Helms, Aragon e Fitschen (2014) sugerem que as recomendações tradicionais para o CP em atletas de força não consideram atletas com baixos percentuais de gordura ou que se encontram sob períodos de restrição calórica. Tais recomendações são geralmente baseadas em estudos realizados com indivíduos que apresentam índice de gordura corporal normal ou mais elevado.

Portanto, diante do exposto, acredita-se que a estimativa de CP de atletas, principalmente engajado em esportes de força ou TR, levem em consideração a morfologia corporal típica desses indivíduos, caracterizada prioritariamente por elevados índices de MM e baixos de gordura corporal.

Portanto, levando em conta tais fatores, pesquisadores estimam que o ajuste para o CP diário, que levaria em consideração os valores de MM do indivíduo, ao invés do PC, oscilaria entre 2,3-3,1g/kg de MM/dia. Dessa maneira, os atletas estariam essencialmente resguardados contra a perda de MM e acúmulo adicional de gordura corporal oriunda de um possível consumo adicional de energia (Phillips e Van Loon, 2011; Helms e colaboradores, 2014).

Estudos sugerem que o consumo hiperproteico, mesmo na ausência de dietas

restrição calórica, mostra-se capaz de promover redução dos estoques de gordura em indivíduos não atletas (Green e colaboradores, 2010).

Em contrapartida, Antonio e cols. (2014), avaliaram o efeito do CP de 4,4g de proteína/kg de PC/dia oriunda de uma dieta hipercalórica, sobre a composição corporal de praticantes de TR de ambos os sexos. Como resultado, dietas hipercalóricas que apresentam valores hiperproteicos, não ocasionaram efeito sobre o PC, tampouco na redução de gordura corporal, ou seja, não exerceram nenhuma alteração na morfologia corporal dos indivíduos exercitados.

Como justificativa, especula-se que o estímulo do efeito térmico de grandes quantidades proteicas consumidas por indivíduos treinados seja maior que o de não-treinados, ou seja, a prática de exercício físico proporcionaria valências metabólicas que equilibrariam o consumo adicional.

Entretanto é importante ressaltar que existem relatos sobre as nocivas consequências patológicas do consumo excessivo de proteínas. As lesivas consequências mais comumente descritas do consumo de altas quantidades de proteína são acometimentos renais e intestinais, perda de massa óssea e desbalanço mineral (Tipton, 2011).

Por outro lado, estudos em modelo animal sugerem que a prática de TR, realizado concomitantemente a dieta hiperproteica, promove efeito tamponador nos rins e fígado. Além disso, mostra-se capaz de reduzir níveis de triacilgliceróis e colesterol, independentemente do consumo de esteroides anabólicos androgênicos (Aparicio e colaboradores, 2011 e 2013). Dessa maneira, sugere-se que o TR apresenta um papel protetor contra possíveis efeitos deletérios de dietas ricas em proteína que visam aumento da SPM.

Ainda assim, mais estudos avaliando os possíveis efeitos do consumo hiperproteico devem ser desenvolvidos para melhor elucidar o impacto metabólico e fisiológico dessa prática alimentar associada ou não ao TR.

Em condições fisiológicas o CP maior que 1,8g/kg de PC/dia, parece não ter efeito adicional na SPM (Phillips, 2004). Contudo, algumas considerações devem ser feitas.

O valor biológico das proteínas ingeridas por praticantes de TR deve ser fator relevante, visto que a modulação da

expressão de SPM está diretamente associada a quantidade de AAEs presentes, principalmente a leucina (Tang e Phillips, 2009).

Fatores como períodos de restrição energética e modificação da composição corporal, muito comum em atletas de lutas e ginástica, podem requisitar um leve aumento do CP, por conta da obtenção do biotipo ou silhueta desejada. Dessa maneira, dietas com esse objetivo podem exigir uma pequena substituição dos macronutrientes energéticos, carboidrato e gordura pelo aporte proteico (Phillips e Van Loon, 2011).

Em condições hormonais supra fisiológicas (i. e. uso de esteroides anabólicos androgênicos) a capacidade de SPM é potencialmente aumentada. Embora, não recomendado e proibido por confederações esportivas, atletas que utilizam tais substâncias podem necessitar valores aumentados de CP diário para compensar a reconstituição miofibrilar e elevar o balanço proteico positivo diário, ambos potencialmente estimulados pelo fator hormonal exógeno (Helms e colaboradores, 2014).

Existe uma relação entre o nível de SPM provocado pelo TR e intervalo de tempo entre o CP diário. O consumo de 20-25g de proteína de alto valor biológico fracionadas a cada 3 horas, são capazes de aumentar o estímulo de SPM após o TR num período de 12 horas de recuperação subsequentes ao treino, entretanto esse valor pode ser influenciado pelo biotipo corporal, tipo de modalidade esportiva e outros fatores (Areta e colaboradores, 2013)

## CONCLUSÃO

A prática de TR é capaz de potencializar a síntese de proteínas musculares agudamente e cronicamente.

Atletas que realizam essa modalidade necessitam consumir uma quantidade diária relativamente maior de proteínas ricas em aminoácidos essenciais para recuperar o dano tecidual muscular ocasionado pelo treino.

Consumo de porções proteicas, preferencialmente com elevados valores de leucina, fracionadas em 20-25g, parecem otimizar essa recuperação.

É necessário que treinadores e/ou profissionais ligados ao esporte e área de saúde, em especial nutricionistas, se atentem

aos estudos discutidos para que corretas orientações sejam realizadas no intuito de salvaguardar a integridade física e nutricional de atletas e indivíduos engajados nesse tipo de treinamento físico.

## REFERÊNCIAS

1-Antonio, J.; Peacock, C. A.; Ellerbroek, A.; Fromhoff, B.; Silver, T. 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*. Vol. 11. Num.19. 2014.

2-Aparicio, V. A.; Nebot, E.; G. Kapravelou, J. M.; Sánchez, C.; Porres, J. M.; Jurado, M. L.; Aranda, P. El entrenamiento de fuerza reduce la acidosis metabólica y la hipertrofia hepática y renal consecuentes del consumo de una dieta hiperproteica en ratas. *Nutricion Hospitalaria*. Vol. 26. Num. 6. p.1478-1486. 2011.

3-Aparicio, V. A.; Sánchez, C.; Ortega, F. B.; Nebot, E.; G. Kapravelou, J. M. Porres, J.M.; Aranda, P. Effects of the dietary amount and source of protein, resistance training and anabolic-androgenic steroids on body weight and lipid profile of rats. *Nutricion Hospitalaria*. Vol. 28. Num. 1. p.127-136. 2013.

4-Areta, J. L.; Burke, L. M.; Ross, M. L.; Camera, D. M.; West, D. W.D.; Broad, E. M.; Jeacocke, N. A.; Moore, D. R.; Stellingwerff, T.; Phillips, S. M.; Hawley, J. A.; Coffey, G. V. Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *J Physiol*. Vol. 591. Num. 9. p.2319-2331. 2013.

5-Beelen, M.; Tieland, M.; Gijzen, A. P.; Vandereydt, H.; Kies, A. K.; Kuipers, H.; Saris, W. H. M.; Koopman, R.; Van Loon, L. J. C. Coingestion of carbohydrate and protein hydrolysate stimulates muscle protein synthesis during exercise in young men, with no further increase during subsequent overnight recovery. *The Journal of Nutrition*. Vol. 138. p.2198-2204. 2008.

6-Blaauw, B.; Schiaffino, S.; Reggiani, C. Mechanisms Modulating Skeletal Muscle Phenotype. *Compr Physiol*. Vol. 3. p.1645-1687. 2013.

- 7-Bolster, D. R.; Crozier, S. J.; Kimball, S. R.; Jeferson, L. S. AMP activated protein kinase suppresses protein synthesis in rat skeletal muscle through down-regulated mammalian target of rapamycin (mTOR) signaling. *J Biol Chem*. Vol. 277. p.23977-23980. 2002.
- 8-Borsheim, E.; Cree, M. G.; Tipton, K. D.; Elliot, T. A.; Aarsland, A.; Wolfe, R. R. Effect of carbohydrate intake on net muscle protein synthesis during recovery from resistance exercise. *Journal of Apply Physiology*. Vol. 96. p.674-678. 2004.
- 9-Bosse, J. D.; Dixon, B. M. Dietary protein to maximize resistance training: a review and examination of protein spread and change theories. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 9. Num. 42. 2012.
- 10-Burd, N. A.; West, D. W. D.; Staples, A. W.; Atherton, P. J.; Baker, J. M.; Moore, D. R.; Holwerda, A. M.; Parise, G.; Rennie, M. J.; Baker, s. K.; Phillips, S. M. Low-Load High Volume Resistance Exercise Stimulates Muscle Protein Synthesis More Than High-Load Low Volume Resistance Exercise in Young Men. *Plos One*. Vol. 5. Num. 8, 2010.
- 11-Burke, L. M.; Hawley J. A.; Ross M. L.; Moore, D. R.; Phillips, S. M.; Slater, G. R.; Stellingweff, T.; Tipton, K. D.; Garnham, A. P.; Coffey, V. G. Preexercise aminoacidemia and muscle protein synthesis after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 44. Num. 10. p.1968-1977. 2012.
- 12-Churchward-Venne, T. A.; Burd, N. A.; Phillips, S. M. Nutritional regulation of muscle protein synthesis with resistance exercise: strategies to enhance anabolism. *Nutrition & Metabolism*. Vol. 9. Num. 40. 2012.
- 13-Crozier, S. J.; Kimball, S. R.; Emmert, S. W.; Anthony, J. C.; Jefferson, L. S. Oral leucine administration stimulates protein synthesis in rat skeletal muscle. *The Journal of Nutrition*. Vol. 135. p.376-382. 2005.
- 14-Denne, S. C.; Liechty, E. A.; Liu, Y. M.; Brechtel, G.; Baron, A. D. Proteolysis in skeletal-muscle and whole-body in response to euglycemic hyperinsulinemia in normal adults. *American Journal of Physiology*. Vol. 261. p.809-814. 1991.
- 15-Egan, B.; Zierath, J. R. Exercise Metabolism and the Molecular Regulation of Skeletal Muscle Adaptation. *Cell Metabolism*. Vol. 5. Num. 17. p.162-184. 2013.
- 16-Glynn, E. L.; Fry, C. S.; Drummond, M. J.; Dreyer, H. C.; Dhanani, S.; Volpi, E.; Rasmussen, B. B. Muscle protein breakdown has a minor role in the protein anabolic response to essential amino acid and carbohydrate intake following resistance exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. Vol. 299. p.533-540. 2010.
- 17-Glynn, E. L.; Fry, C. S.; Timmerman, K. L.; Drummond, M. J.; Volpi, E.; Rasmussen, B. B. Addition of carbohydrate or alanine to an essential amino acid mixture does not enhance human skeletal muscle protein anabolism. *The Journal of Nutrition*. Vol. 143. p.307-314. 2013.
- 18-Green, K. K.; Shea, J. L.; Vasdev, S.; Randell, E.; Gulliver, W.; Sun, G. Higher dietary protein intake is associated with lower body fat in the Newfoundland Population. *Clin Med Insights Endocrinol Diabetes*. Vol. 3. p. 25-35. 2010.
- 19-Greenhaff P. L.; Karagounis, L.; Peirce, N.; Simpson, E.J.; Hazell, M.; Layfield, R.; Wackerhage, H.; Smith, K.; Atherton, P.; Selby, A.; Rennie, M. J. Disassociation between the effects of amino acids and insulin on signalling, ubiquitin-ligases and protein turnover in human muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. Vol. 295. p.595-604. 2008.
- 20-Guimarães-Ferreira, L.; Cholewa J.; Naimo, M. A.; Zhi, X; Magagnin, D.; Dal Ponte de Sá, R. B.; Streck, E. L.; Silva Teixeira, T.; Zanchi, N. E. Resistance training and protein intake synergistic effects: Practical aspects. *Nutrition*. 2014.
- 21-Helms, E. R.; Aragon, A. A.; Fitschen, P. J. Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: nutrition and supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 11. Num. 20. 2014.
- 22-Helms, E. R.; Zinn C.; Rowlands, D. S.; Brown, S. R. A Systematic Review of Dietary Protein During Caloric Restriction in Resistance Trained Lean Athletes: A Case for

Higher Intakes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 4. p.127-138. 2014.

23-Herring, S. A.; Kibler, W. B.; Putukian, M. Selected Issues for Nutrition and the Athlete: A Team Physician Consensus Statement. *Medicine & Science and Sports & Exercise*. Vol. 45. Num. 12. p.2378-2386. 2013.

24-Jewell, J. L.; Russel R. C., Guan, K. Amino acid signalling upstream of mTOR. *Nat Rev Mol Cell Biol*. Vol. 14. Num. 3. p.133-139. 2013.

25-Katsanos, C. S.; Kobayashi, H.; Sheffield-Moore, M. Aarsland, A.; Wolfe, R. R. A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. Vol. 291. p.381-387. 2006.

26-Koopman, R.; Beelen, M.; Stellingwerff, T.; Pennings, B.; Saris, W. H.; Kies, A. K.; Kuipers, H.; Loon, L. J. Coingestion of carbohydrate with protein does not further augment post-exercise muscle protein synthesis. *American Journal of Physiology Endocrinology Metabolism*. Vol. 293. p.833-842. 2007.

27-Kumar, V.; Selby, A.; Rankin, D.; Patel, R.; Atherton, P.; Hildebrandt, W.; Williams, J.; Smith, K.; Seynnes, O.; Hiscock, N.; Rennie, M. J. Age-related differences in the dose-response relationship of muscle protein synthesis to resistance exercise in young and old men. *J Physiol*. Vol. 587. p.211-217. 2009.

28-Mitchell, C. J.; Churchward-Venne, T. A.; West, D. W. D.; Burd, N. A.; Breen, L.; Baker, S. K.; Phillips, S. M. Resistance exercise load does not determine training mediated hypertrophic gains in young men. *J Appl Physiol*. Vol. 113. p.71-77. 2012.

29-Mitchell, C. J.; Churchward-Venne, T. A.; Bellamy, L.; Parise, G.; Baker, S. K.; Phillips, S. M. Muscular and Systemic Correlates of Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. *Plos One*. Vol. 8. Num. 10. 2013.

30-Moore, D. R.; Robinson, M. J.; Fry, J. L.; Tang, J. E.; Glover, E. I.; Wilkinson, S. B.; Prior T.; Tarnopolsky, M. A.; Phillips, S. M. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 89. p.161-168. 2009.

31-Pasiakos, S. M. Exercise and Amino Acid Anabolic Cell Signaling and the Regulation of Skeletal Muscle Mass. *Nutrients*. Vol. 4. p.740-758. 2012.

32-Phillips, S. M. Physiologic and molecular bases of muscle hypertrophy and atrophy: impact of resistance exercise on human skeletal muscle (protein and exercise dose effects). *Apply Physiology Nutrition Metabolism*. Vol. 34. p.403-410. 2009.

33-Phillips, S. M. Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition*. Vol. 20. p.689-695. 2004.

34-Phillips, S. M.; Van Loon, L.J. Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 29 (Suppl. 1). p.29-38. 2011.

35-Poortmans, J. R.; Carpentier, A.; Pereira-Lancha, L. O.; Lancha Jr., A. Protein turnover, amino acid requirements and recommendations for athletes and active populations. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. Vol. 45. p.875-890. 2012.

36-Reidy, P. T.; Walker, D. K.; Dickinson, J. M.; Gundermann, D. M.; Drummond, M. J.; Timmerman, K. L.; Fry, C. S.; Borack, M. S.; Cope, M. B.; Mukherjea, R.; Jennings, K; Volpi, E.; Rasmussen, B. B. Protein Blend Ingestion Following Resistance Exercise Promotes Human Muscle Protein Synthesis. *The Journal of Nutrition*. Vol. 143. p.410-416. 2013.

37-Rose, A. J.; Alsted, T. J.; Jensen, T.E.; Kobbero, J.B.; Maarbjerg, S. J.; Jensen, J.; Richter, E. A. A. Ca(2+)-calmodulin- eEF2K-eEF2 signalling cascade, but not AMPK, contributes to the suppression of skeletal muscle protein synthesis during contractions. *J Physiol*. Vol. 587. p.1547-1563. 2009.

38-Slater, G; Phillips, S. M. Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 29. p.67-77. 2011.

39-Staples, A. W.; Burd, N. A.; West, D. W. D.; Currie, K. D.; Atherton, P. J.; Moore, D. R.; Rennie, M. J.; Macdonald, M. J.; Baker, S. K.; Phillips, S. M. Carbohydrate Does Not Augment Exercise-Induced Protein Accretion versus Protein Alone. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2011.

40-Stark, M.; Lukaszuk, J.; Prawitz, A.; Salacinski, A. Protein timing and its effects on muscular hypertrophy and strength in individuals engaged in weight-training. *Journal of International Society Sports Nutrition*. Vol. 9. Num. 1. 2012.

41-Svanberg, E.; Jefferson, L. S.; Lundholm, K.; Kimball, S. R. Postprandial stimulation of muscle protein synthesis is independent of changes in insulin. *American Journal of Physiology*. Vol. 272. p.841-847. 1997.

42-Tang, J. E.; Phillips, S. M. Maximizing muscle protein anabolism: the role of protein quality. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. Vol. 12. p.66-71. 2009.

43-Tipton, K. D. Efficacy and consequences of very-high-protein diets for athletes and exercisers. *Proc Nutr Soc*. Vol. 70. Num. 2. p.205-214. 2011.

44-Van Loon, L. J. C. Is There a Need for Protein Ingestion During Exercise? *Sports Medicine*. Vol. 44. p.105-111. 2014.

45-Walker, D. K.; Dickinson, J. M.; Timmerman, K. L.; Drummond, M. J.; Reidy, P.T.; Fry, C. S.; Gundersen, D. M.; Rasmussen, B. B. Exercise, Amino Acids and Aging in the control of human muscle protein synthesis. *Medicine & Science & Sports Exercise*. Vol. 43. Num. 12. p.2249-2258. 2011.

46-West, D. W. D.; Burd, N. A.; Coffey, V. G.; Baker, S. K.; Burke, L. M.; Hawley, J. A.; Moore, D. R.; Stellingwerff, T.; Phillips, S. M. Rapid aminoacidemia enhances myofibrillar protein synthesis and anabolic intramuscular

signaling responses after resistance exercise. *Am J Clin Nutr*. Vol. 94. p.795-803. 2011.

47-Wilkinson, S. B.; Tarnopolsky, M. A.; Macdonald, M. J.; Macdonald, J. R.; Armstrong, D.; Phillips, S. M. Consumption of fluid skim milk promotes greater muscle protein accretion after resistance exercise than does consumption of an isonitrogenous and isoenergetic soy-protein beverage. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 85. p.1031-1040. 2007.

### **Conflito de Interesse**

Nada a declarar.

2-Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil.

E-mail do autor:

santtpaes@hotmail.com

Endereço para contato:

Santiago Tavares Paes

Rua Antônio Rufino, nº 206 apt 202.

Bairro: São Pedro, Juiz de Fora-MG.

CEP: 36037-130.

Tel: (032) 88368085

Recebido para publicação em 12/01/2015

Aceito em 27/05/2015