



NECESSIDADES DE PROTEÍNAS DE ATLETAS MASTER: ELES PRECISAM DE MAIOR QUANTIDADE DO QUE ATLETAS MAIS JOVENS?

(Publicado: outubro 2021/Autor: **Daniel R. Moore**/Tópicos: Nutrição Esportiva, Proteínas)

Daniel R. Moore | Faculdade de Cinesiologia e Educação Física, Universidade de Toronto, Toronto, ON, Canadá

- As proteínas dos alimentos fornecem aminoácidos, componentes essenciais para reparar, remodelar e formar (sintetizar) as proteínas musculares e de todo o corpo. Os aminoácidos podem também representar uma fonte minoritária de energia durante o exercício e, portanto, devem ser repostos pela dieta.
- Há poucas evidências de que atletas master metabolizem as proteínas da dieta de maneira diferente dos atletas mais novos, permitindo uma interpretação mais fácil do entendimento atual relacionado às necessidades de proteínas, que vêm sendo estabelecidas quase que exclusivamente com base em jovens adultos.
- Uma única dose de proteínas nas refeições de 0,3-0,4 g/kg irá maximizar a síntese de proteínas musculares no repouso e durante a recuperação pós-exercício, apesar de que os atletas de endurance devem consumir até 0,5 g/kg imediatamente após o exercício para repor quaisquer perdas oxidativas de aminoácidos (uso para produção de energia).
- Consumir quatro refeições balanceadas, contendo proteínas é o padrão de ingestão de proteínas mais eficiente para estimular as taxas de síntese de proteínas musculares. Estas refeições devem ter como foco os alimentos ricos em nutrientes, apesar de suplementos de proteínas enriquecidos com leucina poderem ser um meio conveniente de melhorar a remodelação muscular durante a prática de exercícios.
- A educação de atletas master em relação a estas recomendações de proteínas pode representar um meio prático e efetivo de auxiliar a recuperação dos treinos e estimular os objetivos de performance.

LEITURA RECOMENDADA

Dezembro de 2018 SSE #186: A Segurança e Eficácia da Suplementação com Creatina Monohidratada: O Que Aprendemos nos Últimos 25 anos de Pesquisa

Dezembro de 2018 SSE #188: Dietas Veganas e Vegetarianas para o Treinamento e Performance Atlética

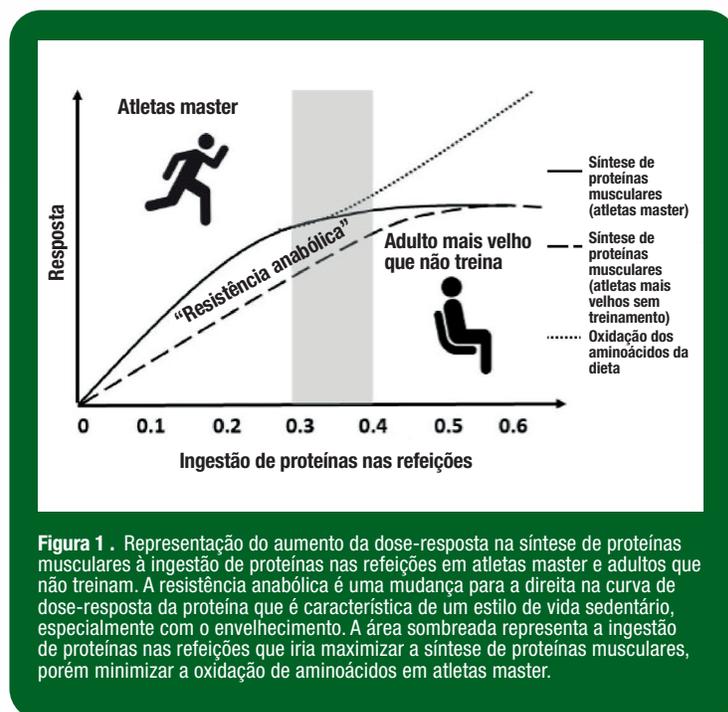
Dezembro de 2018 SSE #189: Da Doença Celíaca, Sensibilidade ao Glúten versus Sensacionalismo do Glúten, à Redução de Carboidratos FODMAP como Instrumento para Gerenciar Sintomas Gastrointestinais em Atletas

INTRODUÇÃO

A proteína alimentar é essencial para a recuperação e adaptação de um atleta, já que fornece os aminoácidos necessários para reparar e remodelar as proteínas velhas e/ou danificadas, especialmente na musculatura esquelética contrátil. Os aminoácidos podem também ser usados como fonte minoritária de energia durante exercícios que demandam um alto fluxo mitocondrial (sprints de repetição e exercícios de endurance com nível constante) e, portanto, devem ser consumidos através da dieta para repor as perdas de aminoácidos essenciais induzidas pelos exercícios (aminoácidos de cadeia ramificada).

A performance esportiva está intimamente relacionada à quantidade e à qualidade dos músculos esqueléticos. A massa muscular normalmente atinge seu pico em um atleta durante seus vinte ou trinta anos de idade, e é relativamente estável durante os quarenta e talvez até os cinquenta anos, desde que os treinos sejam mantidos. Durante o período da meia-idade no qual os atletas podem ainda se qualificar tecnicamente como atleta master (exemplo, > 35 anos de idade), as evidências disponíveis sugerem que as suas necessidades de proteínas são indistinguíveis quando comparadas aos atletas com metade de sua idade (Meredith et al., 1989). Contudo, independentemente do treino, da massa muscular e do exercício, a performance começa a diminuir com a idade, geralmente com a redução sendo acelerada na sétima década. A típica perda de massa muscular relacionada à idade é multifatorial, mas geralmente tem raiz em uma inabilidade da musculatura esquelética em responder aos aminoácidos da dieta e a utilizá-los para construir novas proteínas musculares, o que se conhece como resistência anabólica. Deste modo, em comparação com indivíduos mais jovens, os adultos mais velhos que não treinam necessitam de até 60% mais proteínas em uma única refeição para estimular ao máximo a síntese de proteínas musculares no repouso (Moore et al., 2015) ou após uma típica sessão de exercícios de resistência (Witard et al., 2014; Yang et al., 2012). Isto levou à hipótese de que os adultos mais velhos necessitam de uma maior quantidade

de proteínas por refeição (e assim, de uma maior ingestão diária) para superar esta resistência anabólica e para ajudar a manter a massa muscular (Figura 1). No entanto, este alto volume de treinos realizado pela maioria dos atletas master os separa dos indivíduos sedentários com a mesma idade e levanta a questão de se, à luz da falta de pesquisas sobre o tópico, as suas necessidades de proteínas são de fato maiores que as necessidades dos indivíduos mais jovens e que também treinam, como será discutido neste artigo do Sports Science Exchange.



POUCAS EVIDÊNCIAS DE RESISTÊNCIA ANABÓLICA EM ATLETAS MASTER

Em geral, a resistência anabólica está intimamente ligada com o nível de atividade da musculatura. Ocasões de extrema inatividade (como, períodos acamados, imobilização) resultam em uma queda severa na resposta da síntese de proteínas musculares aos aminoácidos exógenos independentemente da idade (Oikawa et al., 2019; Phillips et al., 2009), e momentos mais leves de desuso muscular (como uma menor contagem de passos por dia) podem desencadear ou exacerbar a resistência anabólica no processo de envelhecimento (Breen et al., 2013; Moore, 2014). Em contrapartida, exercícios como caminhadas curtas (Timmerman et al., 2012) ou exercícios de musculação de resistência com cargas leves (Devries et al., 2015) podem aumentar a sensibilidade anabólica da síntese de proteínas musculares aos aminoácidos da dieta em adultos mais velhos que não treinam. Supostamente, estas observações de maneira isolada rejeitam qualquer efeito prejudicial da idade por si só na resposta às proteínas da dieta e na necessidade destas proteínas nos atletas master altamente ativos. Contudo, para desconstruir as causas comuns da resistência anabólica relacionada à idade através dos princípios fundamentais é necessário que se avalie o caminho dos aminoácidos da dieta que vai da boca à musculatura, para se determinar se há quaisquer limitações em relação aos atletas master que pode predispor-las a diferentes necessidades de proteínas em comparação aos indivíduos com a mesma idade que não treinam, ou, ainda mais importante, em comparação aos jovens atletas. Este último grupo forma a base da pesquisa científica esportiva em relação às necessidades agudas e crônicas deste importante macronutriente.

O primeiro passo para transformar os aminoácidos da dieta em novos músculos e proteínas corporais é a habilidade em digerir e absorver estes nutrientes efetivamente. Atualmente, há poucas evidências de que uma leve redução no aparecimento dos aminoácidos da dieta na circulação após a ingestão de proteínas, o que tem sido observado em adultos saudáveis mais velhos, represente um fator modificável para a resistência anabólica relacionada à idade (Gorissen et al., 2020). Vem sendo sugerido que o intestino seja passível de treino em sua habilidade de absorver nutrientes como os carboidratos (Jeukendrup, 2017), o que também poderia ser estendido aos aminoácidos já que não há efeitos nocivos do exercício de endurance prévio na habilidade em efetivamente absorver as proteínas da dieta no período pós-exercício nos jovens atletas treinados (Mazzulla et al., 2017). Enquanto não há dados em adultos mais velhos que possam ser comparados, há poucas evidências de que isto seria um fator comprometido também em atletas mais velhos.

Uma vez que os aminoácidos tenham sido absorvidos e entram na circulação, a entrega efetiva destes nutrientes aos músculos e a captação destes aminoácidos pelos músculos é vital para garantir a utilização máxima destes substratos da dieta para o reparo e remodelação muscular. Atletas master se beneficiam de uma extensa rede de capilares musculares que é semelhante àquela de atletas mais jovens (Coggan et al., 1990), a qual se dilataria eficientemente em resposta à insulina devido aos altos níveis de atividade física nesta população (Fujita et al., 2007; Timmerman et al., 2012). Desta forma, a capacidade vasodilatadora mantida em atletas master iria atenuar outros fatores de predisposição à resistência anabólica normal relacionada à idade. Além disso, exercícios agudos e crônicos são geralmente associados com o aumento na expressão do transportador de aminoácidos em adultos mais velhos que não treinam (Dickinson et al., 2013), sugerindo que a capacidade para a captação de aminoácidos não seria comprometida em atletas master ativos. Muito da habilidade dos aminoácidos em serem convertidos na síntese de proteínas musculares em adultos mais velhos via complexo 1 da proteína alvo

mecanístico de rapamicina (mTORC1) está também relacionada com a contração prévia da musculatura esquelética (Timmerman et al., 2012), o que invalidaria ainda mais a disfunção relacionada à idade em atletas master ativos, em treinamento. Portanto, as sugestões anteriores de uma maior necessidade de proteínas para maximizar a remodelação das proteínas musculares no repouso (Moore et al., 2015), ou após exercícios de musculação de resistência (Doering et al., 2016b; Churchward-Venne et al., 2016) em adultos mais velhos que não treinam não são relevantes para atletas master, que mantêm um programa de treinamento ativo. Assim, a melhor prática para estes atletas seria seguir a ciência contemporânea e as necessidades amplamente desenvolvidas para jovens atletas, com poucas ressalvas, como será resumido abaixo.

NECESSIDADES DE PROTEÍNAS PARA TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA

Enquanto o consumo adequado de carboidratos é importante para repor o glicogênio muscular e como suporte para as necessidades totais diárias de energia, a proteína alimentar é o macronutriente mais importante no auxílio do anabolismo muscular após o treino de musculação de resistência devido à sua habilidade em sustentar as taxas máximas de síntese de proteínas musculares e de atenuar o aumento normal na quebra de proteínas musculares induzido pelos exercícios. Evidências atuais sugerem que ~0,3 g de proteínas/kg é uma meta apropriada para maximizar a síntese de proteínas musculares no pós-exercício, enquanto minimiza sua oxidação irreversível na presença de consumo excessivo (Moore, 2019), apesar que a margem de segurança de ~25% comumente utilizada, resultaria em ~0,37 g de proteínas/kg. Esta quantidade de proteínas nas refeições deveria ser consumida de 4 a 5 vezes por dia, com acréscimos sendo igualmente distribuídos nestas ocasiões, para auxiliar a remodelação muscular durante o período de recuperação prolongado (Areta et al., 2013), apesar desta abordagem equilibrada também apresentar a possibilidade de ser aplicada nos dias de recuperação para obtenção do mesmo benefício. Consumir a última refeição do dia próximo do horário de dormir irá fornecer precursores de aminoácidos para auxiliar a remodelação muscular durante o período de jejum noturno (Snijders et al., 2019). Esta abordagem otimizada para a ingestão de proteínas nas refeições (por exemplo, 5 refeições com ~0,3 g/kg, ou 4 refeições com ~0,37 g/kg) forneceria uma ingestão diária (~1,5 g/kg/dia) que se aproxima da quantidade que vem sendo sugerida para maximizar o crescimento de massa magra com os treinamentos (~1,6 g/kg/dia) (Morton et al., 2018). Deste modo, por um raciocínio dedutivo, um padrão ideal para o consumo de proteínas nas refeições poderia ser consumir esta quantidade diária de ~1,6 g/kg/dia, distribuídas igualmente em 4 a 5 refeições, se isto estiver adequado no planejamento alimentar (Figura 2). Contudo, a meta deve ser a ingestão de alimentos ricos em nutrientes como base do plano nutricional, com os suplementos de proteínas enriquecidos com leucina fornecendo uma nutrição mais conveniente para os atletas apenas durante os treinos.

NECESSIDADES DE PROTEÍNAS PARA TREINAMENTO DE ENDURANCE

A distribuição de proteínas nas refeições, semelhante a que é recomendada para atletas master com treinos de resistência também deve servir de base para os atletas de endurance devido às suas necessidades de remodelar a musculatura esquelética para a máxima recuperação. Contudo, exercícios de endurance resultam em um estresse nutricional adicional nos atletas para proteína alimentar, já que há um aumento obrigatório na oxidação de aminoácidos nesta modalidade de exercícios. Enquanto os carboidratos e as gorduras representam a principal fonte de energia durante os exercícios

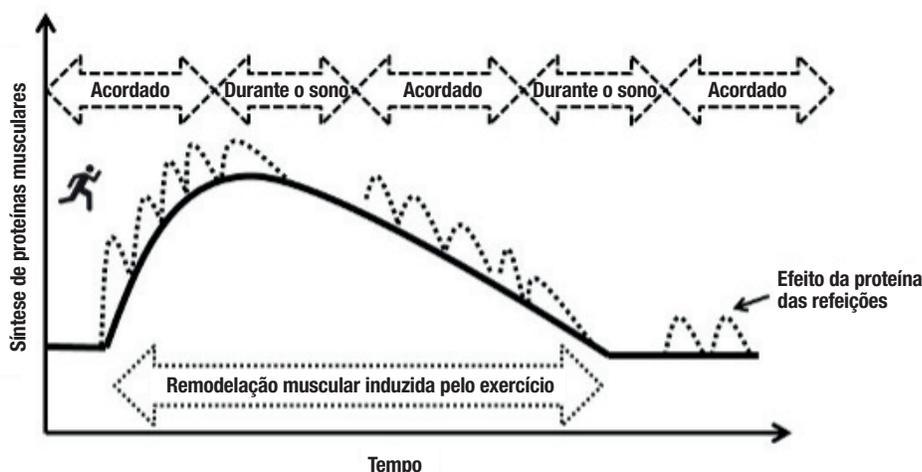


Figura 2. Representação do padrão de distribuição das proteínas nas refeições para otimizar a síntese de proteínas musculares após o exercício (ícone da corrida) em atletas master. A linha sólida representa a síntese de proteínas musculares em jejum. As linhas tracejadas representam o aumento na síntese de proteínas musculares induzida pelas proteínas das refeições.

de endurance, os aminoácidos fornecem ~5% das necessidades de energia que podem aumentar até ~10% no caso de estados com baixa disponibilidade de carboidratos (exemplo, baixos estoques de glicogênio muscular). Deste modo, a ingestão de proteínas não apenas auxilia na síntese de proteínas musculares, mas também repõe estas perdas oxidativas induzidas pelos exercícios (Mazzulla et al., 2017), o que representa, de maneira geral, uma necessidade um pouco maior de ~0,5 g/kg no período pós-exercício (Churchward-Venne et al., 2020). Logo, considerar esta necessidade ligeiramente maior no período pós-exercício dentro de um padrão balanceado de proteínas nas refeições resultaria em uma meta diária de ~1,8 g/kg/dia. Esta ingestão vem sendo mostrada maximizando o recondicionamento do corpo inteiro durante a recuperação (Kato et al., 2016) e sustentando a performance no exercício durante um período de maior volume de treinos em atletas jovens de endurance (Williamson et al., 2019). No entanto, vale ressaltar que atletas master que consomem quantidades acentuadas de proteínas (exemplo, $3 \times 0,6$ g/kg vs. $3 \times 0,3$ g/kg por 6 h) durante a recuperação, entre sessões sucessivas de treinos em um mesmo dia, apresentam uma perda de força ligeiramente menor (~5%) após esta recuperação de curto-prazo (Doering et al., 2017), o que pode ter implicações para os atletas que treinam diversas vezes por dia.

DIFERENÇAS NAS NECESSIDADES DE PROTEÍNAS RELACIONADAS AO SEXO

A maioria das pesquisas que investiga as necessidades de proteínas em atletas de todas as idades utilizou participantes do sexo masculino em seus estudos, o que constitui uma limitação para a área. Deste modo, frequentemente se solicita uma avaliação para checar se há diferenças relacionadas ao sexo no metabolismo do exercício, que poderiam influenciar este metabolismo e as necessidades de proteínas. Flutuações nos hormônios sexuais em atletas do sexo feminino master eumenorréicas e no período pré-menopausa podem influenciar o metabolismo de gordura e dos aminoácidos, como se tem mostrado que o estrogênio possui um efeito de poupar proteínas durante exercícios de endurance (Hamadeh et al., 2005; Phillips et al., 1993). Portanto, as necessidades de proteínas em atletas master de endurance do sexo feminino na fase pré-menopausa podem ser ligeiramente (~15%) mais baixas durante a fase folicular, quando a proporção de estrogênio/progesterona é normalmente a mais alta. Contudo, as atletas podem apresentar flutuações hormonais e a duração do ciclo inconsistente, destacando que atletas master do sexo feminino na fase pré-menopausa poderiam aderir às recomendações atuais derivadas das pesquisas com homens para garantir a suficiência de proteínas independentemente da sua fase menstrual. Felizmente, os exercícios de resistência obtêm respostas na síntese de proteínas

musculares semelhantes entre os sexos, sugerindo que as necessidades de proteínas no período pós-exercício para atletas master do sexo feminino na fase pré-menopausa seriam consistentes com as recomendações para os homens (Moore, 2019).

A menopausa é caracterizada por uma perda acelerada de massa muscular e início de um dimorfismo sexual no metabolismo da proteína muscular em repouso de adultos mais velhos não treinados (Smith et al., 2016), embora a relevância deste fato ser incerta para atletas master com altos níveis de atividade física. Até o momento, não houve pesquisas com atletas master do sexo feminino no período pós-menopausa para fundamentar as recomendações de proteínas com base na idade e específicas ao sexo. Além disso, as necessidades agudas de proteínas para melhorar a síntese de proteínas musculares após exercícios de resistência em mulheres mais velhas não treinadas podem ser semelhantes (Oikawa et al., 2020), ou ligeiramente maiores (Devries et al., 2018), que homens mais velhos sem treinamento (Yang et al., 2012), o que pouco colabora para corrigir as recomendações específicas ao sexo em populações atléticas. No entanto, é difícil visualizar um cenário onde as necessidades de proteínas alimentares para as atletas master do sexo feminino, tanto que realizam treinamentos de resistência ou endurance, sejam acentuadamente diferentes de seus pares do sexo masculino. Portanto, é recomendado que atletas master do sexo feminino no período pós-menopausa também venham a aderir às recomendações de ingestão realizadas para os homens.

NUTRIÇÃO ESPORTIVA CONTEMPORÂNEA

Treinamentos realizados em estado de baixa disponibilidade de carboidratos

Não é incomum (devido aos calendários e/ou planejamento de treinos com modelo de periodização) para os atletas de endurance iniciarem os treinos num estado de baixa disponibilidade de carboidratos, como antes do café da manhã e/ou após um período noturno de restrição de carboidratos, para alterar o metabolismo energético a favor da oxidação de ácidos graxos e obter melhor biogênese mitocondrial (Impey et al., 2018). No entanto, iniciar o exercício com baixa disponibilidade de glicogênio pode dobrar a contribuição da oxidação de proteínas/aminoácidos como fonte de energia durante exercícios de endurance, com algumas estimativas tão altas quanto ~10% de energia (Lemon et al., 1980). Este fato gera o efeito previsível de

aumentar as necessidades de proteínas em ~10 a ~15% (dependendo da intensidade e duração do exercício) em jovens atletas do sexo masculino para repor estas perdas oxidativas (Gillen et al., 2019). No entanto, estas maiores necessidades, que podem ser atingidas pelo aumento de uma pequena quantidade de ~0,05 g/ kg de proteínas em cada refeição ao longo do dia, são específicas para exercícios de endurance, já que o baixo glicogênio muscular tem um efeito relativamente reduzido em exercícios anaeróbicos que contam predominantemente com o sistema da fosfocreatina, como exercícios de musculação de resistência com alta intensidade. Além disso, o baixo glicogênio muscular não compromete a habilidade das proteínas alimentares em sustentar maiores taxas de síntese de proteínas musculares após os exercícios de resistência em jovens adultos (Camera et al., 2012). Portanto, atletas master de endurance devem estar conscientes em relação à ingestão de carboidratos diária e periódica, devido ao seu possível impacto no metabolismo e nas necessidades de proteínas.

Alimentação com tempo restrito e jejum intermitente

Restringir as calorias diárias a pequenas janelas de tempo ao longo do dia (por exemplo, 6-8 horas), ou alternar dias de alimentação e de jejum é uma prática que vem ganhando popularidade como meio de reduzir a gordura corporal pela manutenção de uma resposta de insulina cumulativa de 24 horas mais baixa. Quando realizada por atletas de endurance, esta alimentação periodizada pode confundir o limite com o treino com baixa disponibilidade de energia e/ou recuperação, o que pode ser utilizado como uma tentativa de acentuar o estresse metabólico e promover uma maior adaptação da gordura e/ou biogênese mitocondrial. No entanto, esta abordagem nutricional condensa a distribuição balanceada de proteínas que auxilia maiores taxas diárias de remodelação de proteínas musculares, como destacado acima. A alimentação com restrição de tempo pode contribuir para a perda tanto de gordura quanto de massa magra em jovens atletas de endurance submetidos a um protocolo maior que 8 semanas, sem qualquer mudança perceptível na performance do exercício (Brady et al., 2020). Já que os atletas master de endurance podem não apresentar proteção contra a perda muscular relacionada à idade no mesmo grau que atletas master de força (Chambers et al., 2020; Coggan et al., 1990), esta perda de massa magra em jovens atletas de endurance pode causar preocupação em atletas mais velhos que podem sofrer o mesmo com esta estratégia nutricional. Contudo, aumentos de massa livre de gordura em jovens atletas durante treinos de resistência de força não parecem ser reduzidos com a alimentação com restrição de tempo (Stratton et al., 2020; Tinsley et al., 2017), o que é consistente com a natureza anabólica desta modalidade de exercício. Portanto, atletas master de endurance podem apresentar maior capacidade de reter massa magra com a alimentação com restrição de tempo se realizarem treinamentos concomitantes de resistência de força, o que ainda precisa ser determinado. Entretanto, uma recomendação prudente para atletas master, para evitar a perda muscular não-intencional e sustentar taxas mais altas de remodelação muscular, seria priorizar (pelo menos na maioria dos dias) uma ingestão balanceada diária de proteínas.

Tipos de proteína.

Normalmente é sugerido que as proteínas digeridas mais rapidamente e enriquecidas com leucina devem ser priorizadas no período imediato após o exercício, devido à habilidade deste aminoácido em estimular a síntese de proteínas musculares (Stokes et al., 2018). Isto normalmente leva à priorização de proteínas (como o Whey) em formas de suplementos (como bebidas e barras esportivas), o que pode ser conveniente para o estilo de vida de alguns atletas. Contudo, há um respaldo crescente para um potencial anabólico equivalente, ou possivelmente maior, das proteínas dos alimentos (inteiros) em comparação com fontes de proteínas isoladas (Burd et al., 2019). Além disso, alimentos completos devem representar a base do plano nutricional de um atleta devido ao valor nutricional destes

alimentos, minimamente processados e ricos em nutrientes. Portanto, os atletas master devem priorizar o consumo de alimentos completos como abordagem para atingir as metas de ingestão de proteínas nas refeições, mas podem considerar os suplementos enriquecidos com leucina para uma melhor conveniência quando necessário.

ESCOPO PARA MELHORIAS EM ATLETAS MASTER?

Os atletas master geralmente relatam uma menor ingestão diária de proteínas e também no período pós- exercício em comparação a seus colegas mais jovens (Di Girolamo et al., 2017; Doering et al., 2016a). Talvez de maneira mais crítica, ~50% dos atletas master respondem que não sabem quais deveriam ser suas metas para ingestão de proteínas após o exercício, com apenas ~22% deles relatando precisamente a dose máxima previamente sugerida de 20-25 g, apesar de uma distinta minoria estar consumindo a meta revisada de ~0,5 g/kg (Doering et al., 2016a). Então, a tradução do conhecimento em práticas e a mobilização em torno de metas ideais para o consumo de proteínas podem representar uma abordagem mais fácil para atletas master, como suporte aos seus objetivos relacionados a treinos, recuperação e performance.

RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS

- O meio mais eficiente para atingir as necessidades de proteínas diárias é o foco na ingestão de proteínas dos alimentos nas refeições, com quantidade mínima de 0,3 g/kg e máxima de 0,5 g/kg por refeição.
- As refeições devem, preferencialmente, ser distribuídas a cada 4 horas e realizadas quatro vezes ao longo do dia, incluindo uma refeição perto do horário de dormir (< 2 horas), caso isso não gere distúrbios no sono (podendo haver necessidade de teste).
- Alimentos ricos em nutrientes e em proteínas devem ser priorizados, com os suplementos de proteínas enriquecidos com leucina podendo ser consumidos para melhor conveniência (por exemplo, durante a atividade física, ou imediatamente após o exercício).
- Esta ingestão diária balanceada de proteínas irá otimizar a remodelação de proteínas musculares e de massa magra corporal, porém mais pesquisas são necessárias para identificar de maneira mais clara como isto se ajusta aos resultados na performance esportiva.
- A educação de atletas master em relação a estas recomendações de proteínas pode representar uma abordagem prática para ajudá-los a otimizar a recuperação e a adaptação aos treinos.

CONCLUSÃO

Atletas master representam uma população considerável e cada vez maior de atletas, mas com um mínimo de pesquisas direcionadas caracterizando suas necessidades de proteínas. No entanto, há poucas evidências de que suas respostas às proteínas alimentares, ou que suas necessidades de proteínas sejam diferentes dos atletas mais jovens, dada a capacidade do exercício de diminuir a idade biológica de um adulto mais velho e manter a sensibilidade muscular aos aminoácidos da dieta. O foco em uma distribuição equilibrada de refeições contendo uma quantidade moderada de proteínas e ricas em nutrientes ao longo do dia estimularia altas taxas de síntese de proteínas musculares em atletas master. Enquanto mais pesquisas são necessárias para confirmar se estes princípios nutricionais, com uma perspectiva centrada na musculatura, são realmente traduzidos na prática em benefícios na performance, a capacidade destes atletas master em envelhecer de maneira saudável permite alavancar o conhecimento obtido com seus colegas mais jovens como base para promover seu sucesso no futuro.

Os pontos de vista expressos neste artigo são dos autores e não necessariamente refletem a posição ou políticas da PepsiCo, Inc.

REFERÊNCIAS

- Areta, J.L., L.M. Burke, M.L. Ross, D.M. Camera, D.W. West, E.M. Broad, N.A. Jeacocke, D.R. Moore, T. Stellingwerff, S.M. Phillips, J.A. Hawley, and V.G. Coffey (2013). Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *J. Physiol.* 591:2319-2331.
- Brady, A.J., H.M. Langton, M. Mulligan, and B. Egan (2021). Effects of eight weeks of 16:8 time-restricted eating in male middle- and long-distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 53:633-642.
- Breen, L., K.A. Stokes, T.A. Churchward-Venne, D.R. Moore, S.K. Baker, K. Smith, P.J. Atherton, and S.M. Phillips (2013). Two weeks of reduced activity decreases leg lean mass and induces "anabolic resistance" of myofibrillar protein synthesis in healthy elderly. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 98:2604-2612.
- Burd, N.A., J.W. Beals, I.G. Martinez, A.F. Salvador, and S.K. Skinner (2019). Food-first approach to enhance the regulation of post-exercise skeletal muscle protein synthesis and remodeling. *Sports Med.* 49:59-68.
- Camera, D.M., D.W. West, N.A. Burd, S.M. Phillips, A.P. Garnham, J.A. Hawley, and V.G. Coffey (2012). Low muscle glycogen concentration does not suppress the anabolic response to resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* 113:206-214.
- Chambers, T.L., T.R. Burnett, U. Raue, G.A. Lee, W.H. Finch, B.M. Graham, T.A. Trappe, and S. Trappe (2020). Skeletal muscle size, function, and adiposity with lifelong aerobic exercise. *J. Appl. Physiol.* 128:368-378.
- Churchward-Venne, T.A., A.M. Holwerda, S.M. Phillips, and L.J. van Loon (2016). What is the optimal amount of protein to support post-exercise skeletal muscle reconditioning in the older adult? *Sports Med.* 46:1205-1212.
- Churchward-Venne, T.A., P.J.M. Pinckaers, J.S.J. Smeets, M.W. Betz, J.M. Senden, J.P.B. Goossens, A.P. Gijsen, I. Rollo, L.B. Verdijk, and L.J.C. van Loon (2020). Dose-response effects of dietary protein on muscle protein synthesis during recovery from endurance exercise in young men: A double-blind randomized trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 112:303-317.
- Coggan, A.R., R.J. Spina, M.A. Rogers, D.S. King, M. Brown, P.M. Nemeth, and J.O. Holloszy (1990). Histochemical and enzymatic characteristics of skeletal muscle in master athletes. *J. Appl. Physiol.* 68:1896-1901.
- Devries, M.C., L. Breen, M. Von Allmen, M.J. MacDonald, D.R. Moore, E.A. Offord, M.N. Horcajada, D. Breuille, and S.M. Phillips (2015). Low-load resistance training during step-reduction attenuates declines in muscle mass and strength and enhances anabolic sensitivity in older men. *Physiol Rep* 3:e12493.
- Devries, M.C., C. McGlory, D.R. Bolster, A. Kamil, M. Rahn, L. Harkness, S.K. Baker, and S.M. Phillips (2018). Leucine, not total protein, content of a supplement is the primary determinant of muscle protein anabolic responses in healthy older women. *J. Nutr.* 148:1088-1095.
- Di Girolamo, F.G., R. Situlin, N. Fiotti, M. Tence, P. De Colle, F. Mearrelli, M.A. Minetto, E. Ghigo, M. Pagani, D. Lucini, F. Pigozzi, P. Portincasa, G. Toigo, and G. Biolo (2017). Higher protein intake is associated with improved muscle strength in elite senior athletes. *Nutrition* 42:82-86.
- Dickinson, J.M. and B.B. Rasmussen (2013). Amino acid transporters in the regulation of human skeletal muscle protein metabolism. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* 16:638-644.
- Doering, T.M., P.R. Reaburn, G. Cox, and D.G. Jenkins (2016a). Comparison of postexercise nutrition knowledge and postexercise carbohydrate and protein intake between Australian masters and younger triathletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 26:338-346.
- Doering, T.M., P.R. Reaburn, S.M. Phillips, and D.G. Jenkins (2016b). Postexercise dietary protein strategies to maximize skeletal muscle repair and remodeling in masters endurance athletes: A review. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 26:168-178.
- Doering, T.M., P.R. Reaburn, N.R. Borges, G.R. Cox, and D.G. Jenkins (2017). The effect of higher than recommended protein feedings post-exercise on recovery following downhill running in masters triathletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 27:76-82.
- Fujita, S., B.B. Rasmussen, J.G. Cadenas, M.J. Drummond, E.L. Glynn, F.R. Sattler, and E. Volpi (2007). Aerobic exercise overcomes the age-related insulin resistance of muscle protein metabolism by improving endothelial function and Akt/mammalian target of rapamycin signaling. *Diabetes* 56:1615-1622.
- Gillen, J.B., D.W.D. West, E.P. Williamson, H.J.W. Fung, and D.R. Moore (2019). Low-carbohydrate training increases protein requirements of endurance athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 51:2294-2301.
- Gorissen, S.H.M., J. Trommelen, I.W.K. Kouw, A.M. Holwerda, B. Pennings, B.B.L. Groen, B.T. Wall, T.A. Churchward-Venne, A.M.H. Horstman, R. Koopman, N.A. Burd, C.J. Fuchs, M.L. Dirks, P.T. Res, J.M.G. Senden, J. Steijns, L. de Groot, L.B. Verdijk, and L.J.C. van Loon (2020). Protein type, protein dose, and age modulate dietary protein digestion and phenylalanine absorption kinetics and plasma phenylalanine availability in humans. *J. Nutr.* 150:2041-2050.
- Hamadeh, M.J., M.C. Devries, and M.A. Tarnopolsky (2005). Estrogen supplementation reduces whole body leucine and carbohydrate oxidation and increases lipid oxidation in men during endurance exercise. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 90:3592-3599.
- Impey, S.G., M.A. Hearn, K.M. Hammond, J.D. Bartlett, J. Louis, G.L. Close, and J.P. Morton (2018). Fuel for the work required: A theoretical framework for carbohydrate periodization and the glycogen threshold hypothesis. *Sports Med.* 48:1031-1048.
- Jeukendrup, A.E. (2017). Training the gut for athletes. *Sports Med.* 47:101-110.
- Kato, H., K. Suzuki, M. Bannai, and D.R. Moore (2016). Protein requirements are elevated in endurance athletes after exercise as determined by the indicator amino acid oxidation method. *PLoS One* 11:e0157406.
- Lemon, P.W., and J.P. Mullin (1980). Effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise. *J. Appl. Physiol.* 48:624-629.
- Mazzulla, M., J.T. Parel, J.W. Beals, S. van Vliet, S. Abou Sawan, D.W.D. West, S.A. Paluska, A.V. Ulanov, D.R. Moore, and N.A. Burd (2017). Endurance exercise attenuates postprandial whole-body leucine balance in trained men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 49:2585-2592.
- Meredith, C.N., M.J. Zackin, W.R. Frontera, and J.W. Evans (1989). Dietary protein requirements and body protein metabolism in endurance-trained men. *J. Appl. Physiol.* 66:2850-2856.
- Moore, D.R. (2014). Keeping older muscle "young" through dietary protein and physical activity. *Adv. Nutr.* 5:599s-607s.
- Moore, D.R. (2019). Maximizing post-exercise anabolism: The case for relative protein intakes. *Front. Nutr.* 6:147.
- Moore, D.R., T.A. Churchward-Venne, O. Witard, L. Breen, N.A. Burd, K.D. Tipton, and S.M. Phillips (2015). Protein ingestion to stimulate myofibrillar protein synthesis requires greater relative protein intakes in healthy older versus younger men. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 70:57-62.
- Morton, R.W., K.T. Murphy, S.R. McKellar, B.J. Schoenfeld, M. Henselmans, E. Helms, A.A. Aragon, M.C. Devries, L. Banfield, J.W. Krieger, and S.M. Phillips (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *Br. J. Sports Med.* 52:376-384.
- Oikawa, S.Y., T.M. Holloway, and S.M. Phillips (2019). The impact of step reduction on muscle health in aging: Protein and exercise as countermeasures. *Front. Nutr.* 6:75.
- Oikawa, S.Y., M.J. Kamal, E.K. Webb, C. McGlory, S.K. Baker, and S.M. Phillips (2020). Whey protein but not collagen peptides stimulate acute and longer-term muscle protein synthesis with and without resistance exercise in healthy older women: A randomized controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 111:708-718.
- Phillips, S.M., S.A. Atkinson, M.A. Tarnopolsky, and J.D. MacDougall (1993). Gender differences in leucine kinetics and nitrogen balance in endurance athletes. *J. Appl. Physiol.* 75:2134-2141.
- Phillips, S.M., E.I. Glover, and M.J. Rennie (2009). Alterations of protein turnover underlying disuse atrophy in human skeletal muscle. *J. Appl. Physiol.* 107:645-654.
- Smith, G.I., and B. Mittendorfer (2016). Sexual dimorphism in skeletal muscle protein turnover. *J. Appl. Physiol.* 120:674-682.
- Snijders, T., J. Trommelen, I.W.K. Kouw, A.M. Holwerda, L.B. Verdijk, and L.J.C. van Loon (2019). The impact of pre-sleep protein ingestion on the skeletal muscle adaptive response to exercise in humans: An update. *Front. Nutr.* 6:17.
- Stokes, T., A.J. Hector, R.W. Morton, C. McGlory, and S.M. Phillips (2018). Recent perspectives regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training. *Nutrients* 10:180.
- Stratton, M.T., G.M. Tinsley, M.G. Alesi, G.M. Hester, A.A. Olmos, P.R. Serafini, A.S. Modjeski, G.T. Mangine, K. King, S.N. Savage, A.T. Webb, and T.A. VanDusseldorp (2020). Four weeks of time-restricted feeding combined with resistance training does not differentially influence measures of body composition, muscle performance, resting energy expenditure, and blood biomarkers. *Nutrients* 12:1126.
- Timmerman, K.L., S. Dhanani, E.L. Glynn, C.S. Fry, M.J. Drummond, K. Jennings, B.B. Rasmussen, and E. Volpi (2012). A moderate acute increase in physical activity enhances nutritive flow and the muscle protein anabolic response to mixed nutrient intake in older adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 95:1403-1412.
- Tinsley, G.M., J.S. Forsse, N.K. Butler, A. Paoli, A.A. Bane, P.M. La Bounty, G.B. Morgan, and P.W. Grandjean (2017). Time-restricted feeding in young men performing resistance training: A randomized controlled trial. *Eur. J. Sport Sci.* 17:200-207.
- Williamson, E., H. Kato, K.A. Volterman, K. Suzuki, and D.R. Moore (2019). The effect of dietary protein on protein metabolism and performance in endurance-trained males. *Med. Sci. Sports Exerc.* 51:352-360.
- Witard, O.C., S.R. Jackman, L. Breen, K. Smith, A. Selby, and K.D. Tipton (2014). Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. *Am. J. Clin. Nutr.* 99:86-95.
- Yang, Y., L. Breen, N.A. Burd, A.J. Hector, T.A. Churchward-Venne, A.R. Josse, M.A. Tarnopolsky, and S.M. Phillips (2012). Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men. *Br. J. Nutr.* 108:1780-1788.