



UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA

FACULDADE  
DE  
MEDICINA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA – TRABALHO FINAL

SOFIA RIBEIRO PEREIRA ALVES

***Suplementação proteica em jovens atletas  
e o seu impacto na função renal***

ARTIGO DE REVISÃO

ÁREA CIENTÍFICA DE NUTRIÇÃO CLÍNICA

Trabalho realizado sob a orientação de:

PROF<sup>a</sup> DOUTORA LÉLITA SANTOS

DR. JOÃO PEDRO GOMES

ABRIL/2019

# SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA EM JOVENS ATLETAS E O SEU IMPACTO NA FUNÇÃO RENAL

Sofia Ribeiro Pereira Alves<sup>1</sup>, Prof<sup>a</sup> Doutora Lèlita Santos<sup>2,3</sup>

Dr. João Pedro Figueiredo Gomes<sup>3</sup>

1. Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

2. Assistente da Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

3. Serviço de Medicina Interna, Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, EPE, Coimbra, Portugal

Endereço de correio eletrónico:

sofialves93@gmail.com

# ÍNDICE

<b>SIGLAS</b> .....	<b>4</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>MÉTODOS</b> .....	<b>9</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>Visão geral</b> .....	<b>10</b>
<b>Papel das proteínas e o metabolismo muscular proteico</b> .....	<b>12</b>
<b>Quantidade de proteína recomendada e dietas hiperproteicas</b> .....	<b>16</b>
<b>Quantidade de proteína recomendada em atletas</b> .....	<b>18</b>
<b>Tipos de treino</b> .....	<b>21</b>
<b>DESPORTOS DE RESISTÊNCIA</b> .....	<b>21</b>
<b>DESPORTOS DE FORÇA</b> .....	<b>22</b>
<b>Período ideal de ingestão</b> .....	<b>23</b>
<b>Tipos de proteína</b> .....	<b>24</b>
<b>SUPLEMENTOS PROTEICOS</b> .....	<b>25</b>
<b>Qualidade das proteínas</b> .....	<b>25</b>
<b>Segurança dos suplementos proteicos</b> .....	<b>27</b>
<b>Efeitos adversos das dietas hiperproteicas</b> .....	<b>28</b>
<b>Dietas hiperproteicas e a função renal</b> .....	<b>29</b>
<b>HIPERFILTRAÇÃO E LESÃO RENAL</b> .....	<b>30</b>
<b>UROLITÍASE</b> .....	<b>32</b>
<b>DESIDRATAÇÃO</b> .....	<b>34</b>
<b>CASO ESPECÍFICO DOS ATLETAS</b> .....	<b>35</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>

## SIGLAS

AA = Aminoácidos

AAE = Aminoácidos essenciais

AMDR = *Acceptable Macronutrient Distribution Ranges*

DRC = Doença renal crónica

DRI = *Dietary Reference Intakes*

FAO = Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

HC = Hidratos de carbono

HP = Hiperproteicas

ISSN = *International Society of Sports Nutrition*

MPB = Degradação de proteínas musculares

MPS = Síntese de proteínas musculares

NAM = *National Academy of Medicine*

NPB = Balanço muscular proteico

OMS = Organização Mundial de Saúde

RDA = *Recommended Dietary Allowances*

TFG = Taxa de filtração glomerular

UNU = Universidade das Nações Unidas

## RESUMO

O desempenho desportivo é significativamente influenciado pelo estado nutricional dos atletas, sendo, por isso, fundamental a adoção de uma alimentação correta e adaptada a cada um. Atualmente, a grande maioria dos atletas, profissionais e amadores, para além de terem uma alimentação controlada, procuram outros recursos para atingirem os seus objetivos e as suas necessidades. Deste modo, têm utilizado cada vez mais suplementos nutricionais, nomeadamente suplementos proteicos, que são os mais utilizados.

Durante a atividade física há degradação das proteínas musculares e oxidação dos aminoácidos, pelo que o aporte proteico é fundamental para promover a reposição de aminoácidos e, assim, a reparação e a hipertrofia muscular. Embora sejam necessárias mais pesquisas nesta área, as evidências indicam que as necessidades proteicas dos atletas são mais elevadas, comparativamente aos indivíduos sedentários. Enquanto que a quantidade de proteína recomendada para a população geral é de 0,80 g/Kg/dia, para os atletas a quantidade indicada varia entre 1,2 e 2,0 g/Kg/dia, dependendo do tipo e da intensidade do exercício. No entanto, tais ingestões são facilmente excedidas, principalmente pelos atletas profissionais de desportos de força como o *bodybuilding*, maioritariamente com recurso a suplementos.

Apesar de todas as vantagens já demonstradas do uso de quantidades superiores de proteína em atletas, a sua segurança e as suas possíveis repercussões na saúde, particularmente a nível da função renal, têm sido questionadas nos últimos anos. Segundo vários estudos, o consumo de elevadas doses de proteína tem sido associado a hiperfiltração glomerular, a um aumento da excreção ácida e diminuição do pH urinário, aumentando o risco de nefrolitíase, e a um maior risco de desidratação. No entanto, acredita-se que, relativamente à hiperfiltração, apenas representa uma adaptação fisiológica do rim ao maior aporte proteico, de forma a conseguir excretar o excesso de produtos azotados resultantes do metabolismo proteico, não promovendo o desenvolvimento de doença renal a longo prazo. Relativamente ao risco de nefrolitíase, este depende da fonte proteica ingerida, sendo que os estudos em suplementos proteicos ainda são escassos e contraditórios.

Concluindo, como ainda não há evidências científicas significativas que indiquem que o aumento do consumo proteico, nomeadamente através de suplementos, represente risco para os atletas saudáveis, o seu consumo acima dos valores recomendados deve ser evitado, de forma a prevenir qualquer potencial efeito negativo na função renal e na saúde em geral.

**PALAVRAS-CHAVE:** Proteínas, Suplementos nutricionais, Dieta rica em proteínas, Proteínas musculares, Atletas, Exercício, Rim.

## ABSTRACT

Sports performance is significantly influenced by the nutritional status of athletes, so it is important to adopt a correct and adapted diet to each one. The majority of professional and amateur athletes, in addition to having a controlled diet, seek other resources to meet their nutritional needs and goals. For this reason, currently, the use of nutritional supplements has increased significantly and the protein ones are the most used.

During physical activity there is degradation of muscle proteins and oxidation of amino acids, with consequent negative protein balance, so the supply of protein is fundamental to promote protein synthesis and, thus, muscle repair and hypertrophy. Although more research is needed in this area, the evidence indicates that athletes' protein requirements are higher compared to sedentary individuals. While the amount of protein recommended for the general population is 0.80 g/kg/day, for athletes the indicated amount varies between 1.2 and 2.0 g/kg/day, depending on the type and intensity of the exercise. However, such ingestions are easily exceeded by physically active individuals, particularly by professional athletes of strength sports such as bodybuilding, mostly with the use of protein supplements.

Despite all the advantages already demonstrated with the use of higher amounts of protein in athletes, their safety and possible impact on health, and particularly on renal function, have been questioned in recent years. According to several studies, consumption of high protein doses has been associated with glomerular hyperfiltration, high levels of acid excretion and decreased urinary pH which increases the risk of nephrolithiasis, and an increased risk of dehydration. However, it is believed that hyperfiltration only represents a physiological adaptation of the kidney to the greater protein intake, in order to excrete excess nitrogen products resulting from protein metabolism, not promoting the development of renal disease in the long term. Regarding the risk of nephrolithiasis, this depends on the protein source ingested, and studies on protein supplements are still scarce and contradictory.

In conclusion, there is still no significant scientific evidence to indicate that increased protein intake and protein supplementation pose a risk for healthy athletes, particularly in renal function. Nevertheless, the consumption over the recommended values should be avoided in order to prevent any negative effect on renal function and general health.

**KEYWORDS:** Proteins, Dietary supplements, High-protein diet, Muscle proteins, Athletes, Exercise, Kidney.

## INTRODUÇÃO

A alimentação pode influenciar significativamente o rendimento desportivo e ajudar na recuperação do exercício através da adoção de estratégias nutricionais individualmente bem selecionadas e planeadas [1]. No momento de decisão de qual a intervenção nutricional a seguir, é necessário ter em consideração as situações específicas e fundamentais para cada pessoa e desporto, sem esquecer que o principal interesse é otimizar o desempenho atlético. Através de uma alimentação variada e equilibrada, e energeticamente adequada, é possível atingir as necessidades nutritivas diárias indispensáveis ao treino, permitindo, também, a obtenção e a manutenção de uma composição corporal (massa gorda e massa magra) saudável e adequada à modalidade [1].

Na verdade, a grande maioria dos desportistas, desde amadores a profissionais, para além do exercício físico, procuram outros recursos a fim de alcançarem os seus objetivos e de melhorarem a sua performance [2]. Desta forma, e com o constante progresso do conhecimento científico, estes têm-se tornado cada vez mais adeptos do uso de suplementação nutricional, sendo que, atualmente, os suplementos proteicos são dos mais utilizados pelos desportistas, independentemente do seu nível de atividade [2–4]. Os principais objetivos em recorrer a estes suplementos são melhorar o rendimento desportivo, aumentar a resistência, controlar o peso corporal, ajudar na recuperação e/ou promover a hipertrofia muscular [3,5]. Em Portugal, segundo o estudo de Sousa *et al.* [6], as principais razões para o uso de suplementos nutricionais são a melhoria da *performance* desportiva e a promoção de uma recuperação mais rápida, sendo que os suplementos proteicos são dos mais usados pelos desportistas portugueses, principalmente pelo sexo masculino.

Nos últimos anos, vários estudos descreveram e comprovaram os benefícios do consumo de proteína na síntese muscular proteica, o que levou ao grande aumento da utilização de suplementos à base de proteína e, conseqüentemente, a um desenvolvimento da sua indústria [3]. Após a prática de exercício físico verifica-se um aumento da degradação das fibras musculares, pelo que a ingestão proteica terá um papel importante na sua reparação e, conseqüentemente, ajudará na recuperação e na manutenção ou crescimento da massa muscular. Este consumo proteico é, por isso, fundamental principalmente para os indivíduos que praticam exercício físico regularmente, nomeadamente os atletas profissionais, pois estes apresentam regimes de treino altamente exigentes e, por isso, acredita-se que necessitem de uma quantidade superior de proteína comparativamente aos indivíduos sedentários, de forma a compensarem estas perdas [7].

No entanto, apesar de todas estas vantagens já comprovadas, estes suplementos têm que ser utilizados na dose correta e devem ser enquadrados numa dieta variada e equilibrada, pois a sua utilização desadequada pode acarretar vários problemas para a saúde. De facto, a segurança destes produtos tem sido questionada ao longo dos últimos anos, pois existem preocupações válidas de que as dietas ricas em proteína possam induzir alterações clinicamente importantes, nomeadamente a nível da função renal. Para além disso, existem controvérsias relativamente à quantidade máxima de proteína adequada para os atletas, principalmente atletas de força em que o objetivo principal é a hipertrofia muscular [8], mas essa determinação é indispensável para garantir a segurança do consumo em maiores doses.

O principal objetivo desta revisão é perceber qual o papel e a segurança da suplementação proteica em jovens atletas. Será ainda importante identificar especificamente qual a associação entre o consumo destes suplementos e as possíveis implicações a nível da função renal. Espera-se contribuir para o conhecimento de quais as consequências renais que podem advir da suplementação proteica, de modo a permitir uma adequada intervenção a nível da prevenção destas complicações nos atletas.



## MÉTODOS

A pesquisa para esta revisão bibliográfica foi realizada nas bases de dados eletrônicas *PubMed*, *Embase* e *Cochrane Library*, entre maio de 2018 e março de 2019.

Foram utilizados termos *Medical Subject Headings* (MESH) de forma a encontrar publicações que abordassem a suplementação proteica em atletas e a sua relação com a doença renal: “proteins” AND “dietary supplements” AND “high-protein diet” AND “muscle proteins” AND “athletes” AND “exercise” AND “kidney”.

Os critérios de inclusão utilizados foram os seguintes: artigos publicados entre 2009 e 2019; artigos escritos na língua inglesa ou portuguesa, dando-se preferência a artigos de revisão, artigos científicos, ensaios clínicos randomizados e meta-análises.

Com os resultados obtidos realizou-se uma primeira seleção através da leitura dos resumos/*abstracts*, de forma a selecionar apenas os artigos que abordavam o tema pretendido. De seguida, a avaliação dos artigos a utilizar foi feita através da leitura integral dos mesmos, leitura essa que, em situações pontuais, proporcionou o encontro de outras fontes bibliográficas igualmente utilizadas para a realização deste trabalho. Pontualmente foram utilizados estudos mais antigos, por serem relevantes ao tema abordado, e não existirem publicações mais recentes sobre esse tópico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Visão geral

Uma dieta bem planeada que atenda às necessidades energéticas e que forneça os nutrientes adequados é a base sobre a qual um bom programa de treino deve ser desenvolvido [9]. Os atletas amadores, nomeadamente os atletas de *fitness* (treinos de, aproximadamente, 30 a 40 minutos por dia, 3 vezes por semana) normalmente conseguem alcançar as suas necessidades nutricionais seguindo uma dieta normal (25-35 Kcal/Kg/dia), pois a exigência calórica desses treinos não é muito elevada. Por outro lado, atletas com treinos moderados (2 a 3 horas por dia) ou treinos intensos (3 a 6 horas por dia) várias vezes por semana (5 a 6 dias) podem gastar, por hora de exercício praticado, cerca de 600-1200 Kcal, ou até quantidades superiores [10]. Consequentemente, as necessidades energéticas estimadas para a maioria destes atletas, com níveis de atividade extremamente altos, estão na faixa de 40 a 70 Kcal/Kg/dia, o que significa que, para um atleta com peso corporal até 100 Kg, as suas necessidades calóricas podem chegar às 7000 Kcal/dia, de modo a ser possível manter o equilíbrio energético e promover um ótimo desempenho [9,11].

Embora alguns estudos defendam que os atletas conseguem alcançar os objetivos calóricos diários simplesmente através do seguimento de uma dieta equilibrada, muitas vezes é difícil para atletas com elevada carga de treinos intensos ingerirem diariamente alimentos suficientes para alcançarem essas necessidades, pois estas são bastante superiores às da população em geral [12]. Desta forma, é fundamental incorporar boas estratégias alimentares como parte de um programa de treino, de forma a ajudar a otimizar as adaptações fisiológicas ao exercício físico. Para isso, principalmente no caso dos atletas profissionais, é importante que estes sejam acompanhados por um especialista em nutrição desportiva, de forma individual e personalizada, para garantir o aporte adequado de calorias para compensar as perdas e alcançarem as necessidades energéticas diárias e que seguem um plano alimentar de acordo com os objetivos do seu desporto e o seu estado de saúde [9]. Vários estudos mostraram que o défice de calorias e/ou macronutrientes fundamentais podem dificultar as adaptações ao exercício físico e prejudicar a performance desportiva. Na verdade, um dos principais fatores a nível nutricional que permitem uma otimização dos treinos e do seu desempenho é garantir que o atleta consome diariamente as calorias suficientes para compensar o gasto energético [10]. Além disso, muitos atletas, especialmente do sexo feminino ou os praticam desportos de resistência, apresentam permanentemente um défice energético, o que prejudica o seu desempenho e a sua saúde [11]. A manutenção de uma

dieta hipocalórica pode levar à perda de massa muscular, força e densidade mineral óssea, além de aumentar a suscetibilidade a lesões e distúrbios da função imunológica, endócrina e reprodutiva [9,11].

Além da ingestão energética ideal, o consumo de quantidades adequadas de macronutrientes como hidratos de carbono, proteínas e gorduras também é fundamental para que a produção energética ocorra de forma eficaz e, conseqüentemente, se verifique uma melhoria do desempenho desportivo [9,10]. Falar-se-á em particular da proteína, um dos macronutrientes fundamentais para a recuperação pós-exercício e para a hipertrofia muscular.

As proteínas são compostas por aminoácidos (AA) e são necessários aproximadamente 20 AA para a construção das proteínas corporais. Estes AA estão armazenados em vários reservatórios ao longo do corpo [10], estando em constante fluxo, consoante a oferta e as necessidades fisiológicas (Figura 1) [13]. Para além disso, a maioria dos AA necessários para a construção das proteínas são AA essenciais (AAE), os quais, contrariamente aos AA não essenciais, o organismo não é capaz de produzir. Tudo isto destaca a importância e a necessidade absoluta da ingestão proteica adequada [10], principalmente de AAE. A este respeito, os AAE são a leucina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina [10].

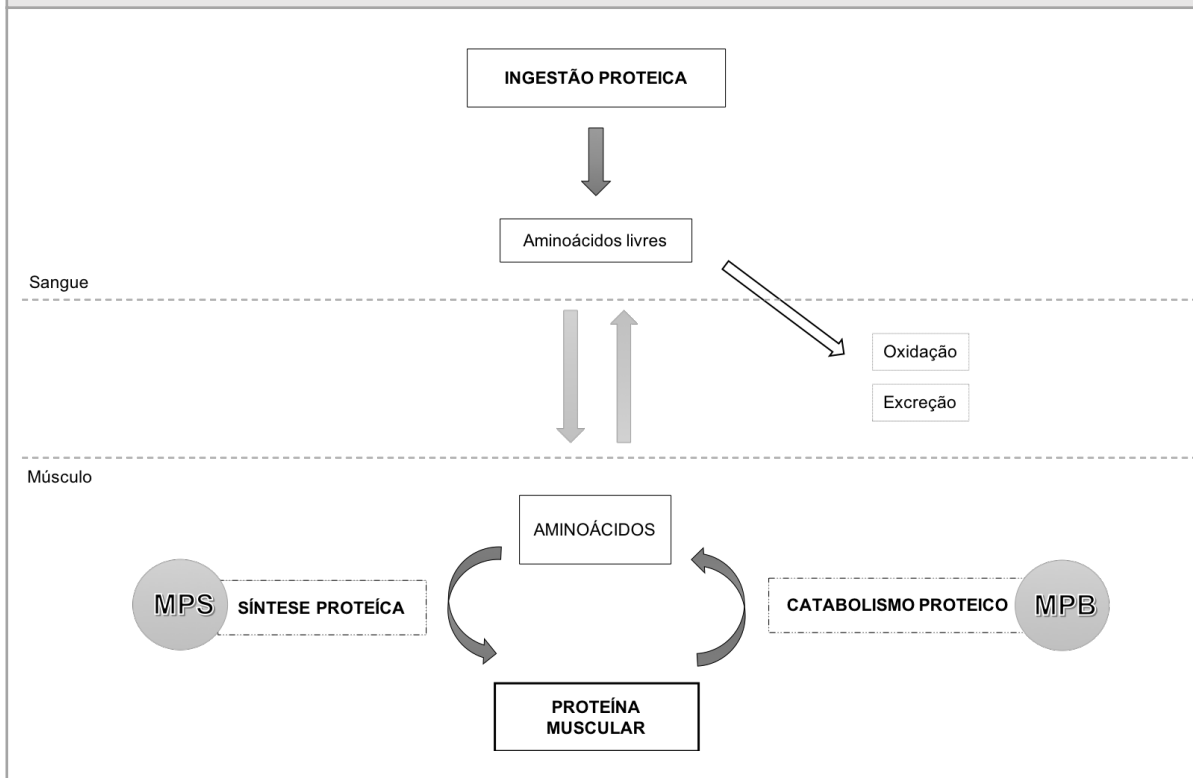
O músculo esquelético é o maior reservatório de AA [13–15] e apresenta, efetivamente, um papel fundamental no metabolismo proteico uma vez que permite a manutenção da síntese proteica mesmo no caso de défice na sua absorção intestinal. No caso de haver um deficiente aporte de nutrientes, as proteínas musculares serão imprescindíveis para a reposição dos AA sanguíneos e, por isso, mesmo no caso de défice nutricional, a composição proteica tecidual pode permanecer relativamente constante, desde que a massa muscular seja adequada e eficaz no fornecimento dos AA necessários [13]. Por este motivo, o equilíbrio proteico do músculo esquelético é de extrema importância para a otimização do desempenho muscular, sendo necessário salientar que há evidências que indicam a necessidade absoluta da ingestão de AAE para que este processo ocorra de forma eficaz [14].

## **Papel das proteínas e o metabolismo muscular proteico**

O músculo esquelético é um tecido que desempenha um papel fundamental na força, na performance física e na regulação metabólica. Assim, tal como mencionado anteriormente, é importante que os atletas otimizem a sua massa muscular, de forma a assegurarem um melhor desempenho e, também, uma melhoria da sua saúde em geral [16]. No entanto, o metabolismo proteico e, por isso, a obtenção da massa muscular ótima depende de vários fatores, nomeadamente do sexo e da idade do atleta, da ingestão energética diária e da disponibilidade de hidratos de carbono e da intensidade, duração e tipo de exercício praticado [17].

A massa muscular esquelética resulta de um equilíbrio entre os processos contínuos de síntese (*muscle protein synthesis* - MPS) e de degradação (*muscle protein breakdown* - MPB) das proteínas musculares (Figura 1). A diferença entre estes dois processos, que corresponde ao balanço muscular proteico (*net muscle protein balance* - NPB), determina se há ganho - NPB positivo -, perda - NPB negativo - de massa muscular, ou se esta permanece constante [18–20]. Durante o decorrer do dia, há uma variação da relação entre MPS e MPB. Quando há consumo de uma refeição rica em proteína, esses períodos curtos de hiperaminoacidemia estimulam a MPS [14] e a hiperinsulinemia inibe a MPB, o que resulta num balanço proteico positivo e, assim, no crescimento de massa muscular. Posteriormente, após a refeição, a taxa de MPS diminui e a MPB aumenta, pelo que o balanço proteico se torna negativo até nova refeição (Figura 2) [16].

**Figura 1:** Metabolismo muscular proteico, desde o momento da ingestão de proteínas até à síntese de proteínas musculares.



MPS: síntese de proteínas musculares (*muscle protein synthesis*); MPB: degradação de proteínas musculares (*muscle protein breakdown*);

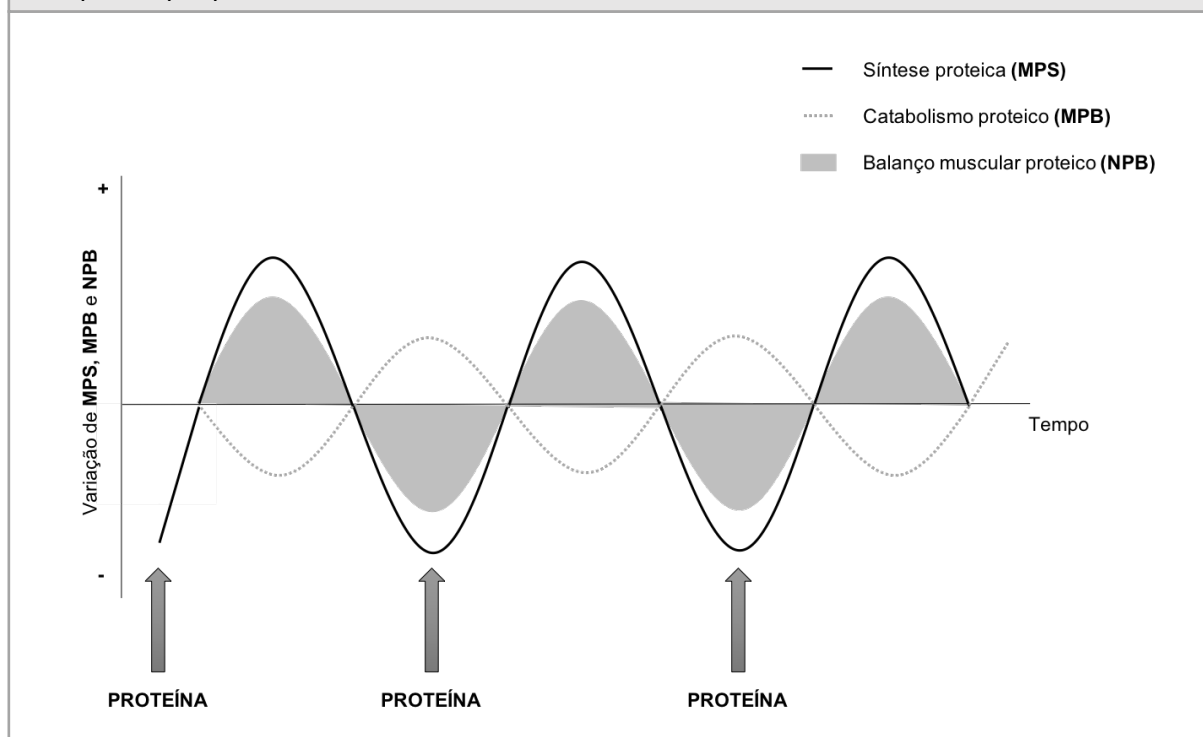
Adaptado de [18] Phillips SM, Van Loon LJ. Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *Journal of Sports Sciences*. 2011;29:S29-38; [19] Witard OC, Wardle SL, Macnaughton LS, Hodgson AB, Tipton KD. Protein considerations for optimising skeletal muscle mass in healthy young and older adults. *Nutrients*. 2016;8(4):181; [20] Phillips SM. Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition*. 2004;20(7–8):689–95.

Nos indivíduos não praticantes de exercício, em condições normais, estes períodos de NPB positivo e negativo são semelhantes e, por isso, a massa muscular mantém-se relativamente constante. Por outro lado, no caso dos atletas, como estes procuram uma otimização da massa muscular para uma melhor adaptação ao exercício, o seu objetivo será promover um aumento da síntese proteica e maximizar o balanço proteico, sendo isto possível por meio de uma ação sinérgica entre o treino e a ingestão proteica adequada [21]. Os atletas de força são, sem dúvida, aqueles que beneficiam mais com todo este processo [18]. Após um treino de carga, que permite a estimulação de ambos os processos, MPS e MPB, se houver ingestão de alimentos ricos em proteína, há uma prevalência da síntese proteica e, por isso, há um balanço proteico positivo (Figura 3) [16,19]. A recorrência destes períodos de NPB positivo promove a acumulação de proteínas musculares e, conseqüentemente, a

hipertrofia muscular [18], sendo que é a duração e a amplitude desses períodos de NPB positivo que estabelece a extensão da hipertrofia [22].

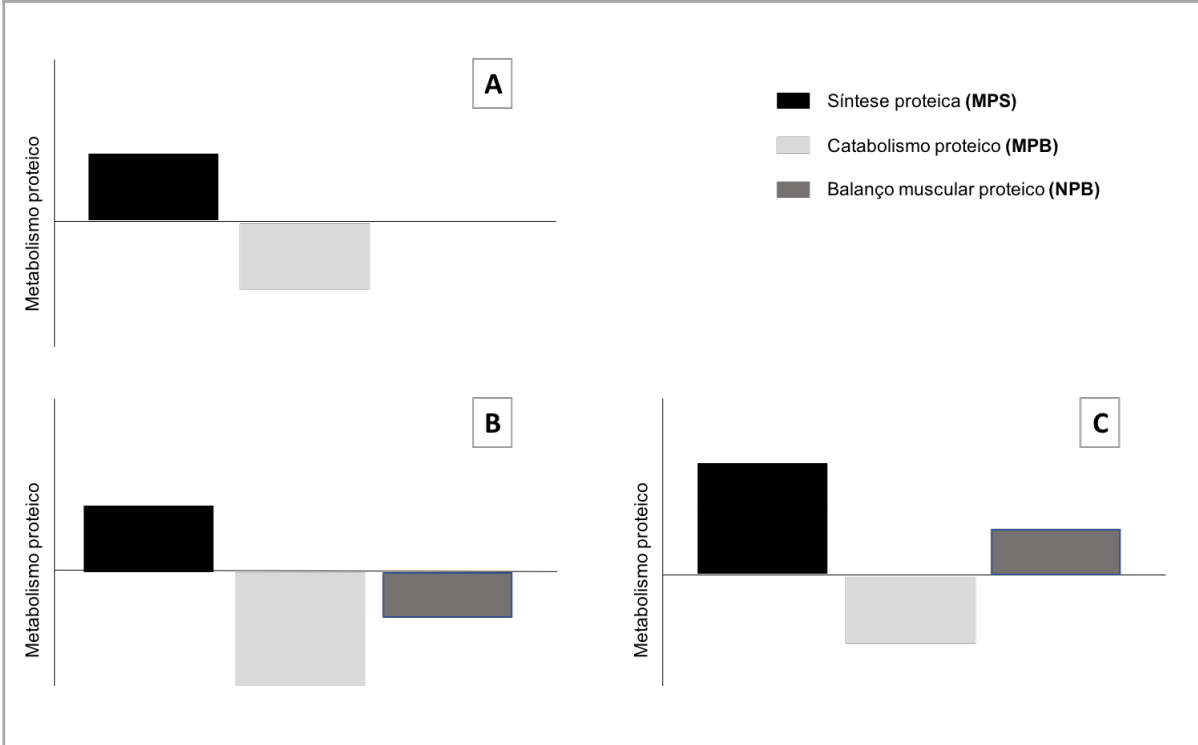
Na verdade, atualmente, o consumo de proteína é universalmente aceite como um mecanismo auxiliar no aumento da síntese muscular proteica, com um importante papel na recuperação pós-exercício e no crescimento da massa muscular [3,4]. Este facto foi demonstrado por vários estudos, nomeadamente aqueles que avaliaram especificamente o consumo de suplementos proteicos. Cermak *et al.* [23] e Morton *et al.* [24], que incluíram 680 e 1863 participantes, respetivamente, concluíram que estes suplementos realmente representam uma estratégia eficaz na otimização da resposta adaptativa ao exercício, tendo um impacto positivo no aumento da massa e da força musculares.

**Figura 2:** Variação do metabolismo proteico durante o dia, dependendo do consumo de refeições compostas por proteína.



Adaptado de [14] Wolfe RR. Regulation of Muscle Protein by Amino Acids. *The Journal of Nutrition*. 2002;132(10):3219–24; [16] Devries MC, Phillips SM. Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. *Journal of Food Science*. 2015;80:A8–15; [20] Phillips SM. Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition*. 2004;20(7–8):689–95.

**Figura 3:** Metabolismo proteico na população em geral e nos atletas.



A: Metabolismo proteico da população geral, com balanço muscular proteico nulo; B: Metabolismo proteico em atletas sem consumo adequado de proteína, em que o balanço muscular proteico é negativo; C: Metabolismo proteico em atletas com consumo adequado de proteína, em que o balanço muscular proteico é positivo;

Adaptado de [14] Wolfe RR. Regulation of Muscle Protein by Amino Acids. *The Journal of Nutrition*. 2002;132(10):3219–24; [16] Devries MC, Phillips SM. Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. *Journal of Food Science*. 2015;80:A8–15; [19] Witard OC, Wardle SL, Macnaughton LS, Hodgson AB, Tipton KD. Protein considerations for optimising skeletal muscle mass in healthy young and older adults. *Nutrients*. 2016;8(4):181.

No caso específico dos jovens, as alterações do metabolismo e balanço proteicos induzidos pela associação da prática de exercício com a ingestão de proteína são semelhantes às que ocorrem no adulto. No entanto, como estes necessitam dos AA consumidos para promover o crescimento, quando praticam exercício são anabolicamente mais sensíveis a este macronutriente. Por isso, os jovens com um estilo de vida fisicamente ativo conseguem utilizar os AA dietéticos mais eficazmente e, assim, apresentar um balanço proteico superior comparativamente aos adultos igualmente ativos e aos jovens inativos [25].

Na verdade, as proteínas consumidas, para além de serem imprescindíveis nos processos de recuperação e hipertrofia musculares, também têm um papel importante na saciedade e na regulação corporal termogénica e, conseqüentemente, em situações específicas como a perda ou manutenção do peso [26]. Relativamente à perda de peso, em alguns tipos de desporto, para o atingimento de uma melhor performance desportiva, pode ser necessário, para além da obtenção de uma massa muscular ótima, a diminuição da percentagem de massa gorda, já que uma alta proporção de massa magra em relação ao peso total é desejável em vários desportos [18]. As proteínas poderão ter um papel importante neste processo através de vários mecanismos biológicos, nomeadamente pelo aumento da saciedade e do controlo do apetite após a sua ingestão e pelo aumento do gasto energético em repouso [27,28]. Para além disso é importante lembrar que durante um processo de emagrecimento, uma grande percentagem do peso perdido corresponde, indesejavelmente, a massa muscular. Desta forma, como a proteína ajuda na reposição proteica, permite evitar esta perda de massa muscular e o seu consumo na dose adequada, associadamente à prática de exercício, é fundamental [29].

Devido a tudo isto, as dietas ricas em proteína tornaram-se cada vez mais populares, sendo mesmo recomendadas em algumas *guidelines* nutricionais recentes [30]. No entanto, apesar de todos estes benefícios e do seu uso regular, é necessário estipular qual a ingestão proteica adequada de forma a criar uma adaptação ideal. Nesta perspetiva, é fundamental determinar e informar os atletas relativamente à quantidade e qualidade das proteínas a consumir, assim como o período ideal para a sua ingestão, em função do estímulo de treino necessário para cada atleta [18].

### **Quantidade de proteína recomendada e dietas hiperproteicas**

Relativamente à ingestão proteica diária ideal, atualmente este tema ainda continua em grande debate, havendo estudos contraditórios sobre os seus efeitos clínicos e metabólicos e a sua verdadeira necessidade corporal.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e a Universidade das Nações Unidas (UNU), a ingestão diária recomendada de proteína, com base em estudos de balanço azotado, é de 0,66 g por Kg de peso corporal por dia, para a maioria da população, o que corresponde a cerca de 8 a 10% da energia total consumida [26,31,32].



Atualmente, a *National Academy of Medicine* (NAM), ao estabelecer os *Dietary Reference Intakes* (DRI), definiu como ingestão diária recomendada (**RDA** - *Recommended Dietary Allowances*) para proteína cerca de 0,8 g de proteína de alta qualidade por quilograma de peso corporal por dia (g/Kg/dia), o que cobre as necessidades da grande maioria da população [17,18,33]. Em indivíduos mais jovens, dos 14 aos 18 anos, é recomendada a dose de 0,85 g/Kg/dia, que corresponde a cerca de 52 g/dia para rapazes e 46 g/dia para raparigas [33]. No entanto, é importante referir que estes valores de não são estabelecidos como uma *guideline* para a quantidade de proteína a consumir, mas apenas uma estimativa mínima da ingestão diária necessária de forma a evitar o défice deste macronutriente [33,34], segundo as necessidades nutricionais da maioria dos indivíduos saudáveis [15]. De acordo com a distribuição de macronutrientes (*Acceptable Macronutrient Distribution Ranges* - **AMDR**), a quantidade aceitável de ingestão de proteína é de 10-30% do total de energia consumida para os indivíduos mais jovens, e de 10-35% para os adultos [17].

Relativamente ao limite superior tolerável da ingestão proteica, definido como o nível máximo de ingestão diária a longo-prazo que é improvável que represente risco para a saúde, o seu valor ainda não está estabelecido devido à insuficiente evidência científica [26,31,33]. No entanto, acredita-se que uma ingestão superior a 2,0 g/Kg/dia ou de pelo menos 35% da energia total consumida pode propiciar o desenvolvimento de variados problemas a nível da saúde [31]. Desta forma é sempre aconselhada precaução quando a ingestão de proteína/aminoácidos específicos excede a dose normalmente aconselhada, de modo a prevenir estes eventuais efeitos adversos [34].

Ainda assim, seria importante determinar, efetivamente, qual a quantidade de proteína que é considerada alta e que representa verdadeiramente risco para a saúde, o que ainda não está muito definido na literatura. Porém, de uma forma geral, acredita-se que valores de proteína superiores a 35% da energia total [22] ou superiores a 2,0 g/Kg/dia devem ser considerados como dietas hiperproteicas (HP) [26,35].

## **Quantidade de proteína recomendada em atletas**

Segundo a declaração conjunta da OMS/FAO/UNU sobre proteína na dieta [36] a exigência proteica pode ser definida como a ingestão mínima que permite um equilíbrio azotado, ou seja, um balanço azotado nulo. Na prática, os estudos de balanço azotado envolvem apenas adultos saudáveis, supostamente em equilíbrio energético, que têm uma composição corporal dentro da normalidade e praticam exercício físico de nível moderado [28,36]. Contudo, apesar dos valores anteriores considerarem a variabilidade interindividual do metabolismo proteico e da qualidade dos diferentes tipos de proteína da dieta, não reconhecem especificamente as necessidades aumentadas dos indivíduos regularmente ativos e atletas de competição [18,37]. Para estes indivíduos as recomendações terão de ser diferentes pois nem sempre estão em equilíbrio energético e a sua composição corporal pode alterar substancialmente ao longo do tempo e dependendo do tipo de desporto [28]. Na verdade, os atletas não necessitam apenas de uma quantidade mínima de proteína para manter o equilíbrio proteico, mas também procuram alcançar a ingestão proteica ideal, de forma a otimizar as adaptações ao treino e melhorar o seu desempenho desportivo [38]. Assim, a maior necessidade de proteína nos atletas deve-se, principalmente, à indispensabilidade desta para certas funções, nomeadamente para a reposição sanguínea dos AA que são oxidados durante o exercício, o que permitirá, de seguida, a reparação e o crescimento musculares [7,17].

Como descrito anteriormente, com a prática de exercício há um balanço proteico negativo, associado a um aumento da taxa de oxidação dos AA ou apenas à diminuição da síntese proteica, resultando, assim, num estado catabólico. O mecanismo subjacente e a magnitude destas alterações diferem consoante o tipo e a intensidade do desporto praticado, mas, mesmo no caso de exercício moderado, o catabolismo proteico é intensamente estimulado, o que leva a uma necessidade proteica superior a 1 g/Kg/dia [15]. Se for consumida uma quantidade insuficiente de proteína, os atletas desenvolvem um balanço proteico negativo e, conseqüentemente, um catabolismo proteico mais intenso e uma recuperação muscular mais lenta. Com o passar do tempo isto pode levar à perda de massa muscular, à ocorrência de lesões ou mesmo a intolerância ao exercício [15,28].

Assim, segundo vários estudos, alguns atletas, nomeadamente os que têm treinos mais intensos, podem beneficiar de uma dieta que contenha cerca do dobro da quantidade recomendada de proteína, de forma a manter o equilíbrio proteico e, possivelmente, aumentar a massa muscular [7,18,21,28,39], podendo isto ser ideal mesmo no caso de atletas com pouca carga desportiva [9].

Segundo a *Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada* e a *American College of Sports Medicine*, atualmente a recomendação proteica para atletas varia entre 1,2 a 2,0 g/Kg/dia, dependendo do tipo de desporto praticado [37].

De acordo com a *International Society of Sports Nutrition (ISSN)*, para a maioria dos indivíduos que praticam exercício, a quantidade mínima recomendada para a ingestão de proteína é de, aproximadamente, 1,4 a 2,0 g/Kg/dia [9,21,40]. No entanto, para atletas envolvidos em treinos muito intensos de elevado volume, nomeadamente em desportos como o culturismo [41], pode ser necessária uma quantidade diária de proteína ainda mais elevada, podendo alcançar valores de 1,7 a 2,2 g/Kg/dia [8,9].

No caso específico dos jovens atletas, tal como foi abordado anteriormente, é necessário um consumo adequado de AA pois, para além da sua importância na otimização do balanço proteico, estes também apresentam um papel fundamental no crescimento. Deste modo, acredita-se que, de forma semelhante às populações adultas ativas, a quantidade de proteína diária necessária para estes jovens deve ser superior à dos jovens sedentários, sendo recomendada a ingestão proteica de, aproximadamente, 1,6 g/kg/dia [25].

De uma forma mais simples, na grande maioria dos casos, a dose recomendada de proteína para atletas para maximizar a MPS é geralmente de, pelo menos, 0,25 g/Kg de proteína de elevada qualidade, ou uma dose absoluta de 20 a 25 g, por refeição, com intervalos de 3 a 4 horas entre refeições [1,8,9,21,29,34,38].

Para além disso, é fundamental reforçar a ideia que é necessária uma ingestão energética adequada, de modo a permitir a utilização das proteínas consumidas de forma mais eficaz e, conseqüentemente, uma melhor performance desportiva [17]. Assim sendo, antes de ser adotada uma dieta HP devem ser consideradas conscientemente as necessidades específicas de cada indivíduo e de cada tipo de desporto [26], de forma a evitar défices ou exageros desnecessários.

**Tabela 1:** Quantidade de proteína diária recomendada para população em geral e atletas, em gramas por Kg de peso corporal ou em porcentagem de energia total consumida.

<i>Para a população em geral:</i>		
	<i>Adultos</i>	<i>Jovens</i>
<b>OMS/FAO/UNU</b>	0,66	
<b>NAM</b>		
<i>Recommended Dietary Allowances (RDA)</i>	0,8	0,85
<i>Acceptable Macronutrient Distribution Ranges (AMDR)</i>	10-35%	10-30%
<i>Para os atletas:</i>		
<b>Academy of Nutrition and Dietetics<sup>a</sup></b>	1,2 – 2,0 <sup>b</sup>	
Atletas de desportos de resistência	1,2 – 1,4 <sup>b</sup>	
Atletas de desportos de força	1,2 – 1,7 <sup>b</sup>	
<b>ISSN</b>	1,4 – 2,0 <sup>b</sup>	

<sup>a</sup> Juntamente com *Dietitians of Canada e American College of Sports Medicine*;

<sup>b</sup> Valor dependente da intensidade do desporto praticado, podendo ser superior ao limite máximo apresentado no caso de exercício físico muito intenso;

Adaptado de [17] Rodriguez NR, DiMarco NM, Langley S. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the American Dietetic Association*. 2009;109(3):509–27; [32] FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. *World Health Organization Technical Report Series*. 1985;724(4):624–32; [33] Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, D.C.: National Academies Press; 2005; [37] Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2016;48(3):543–68.

## Tipos de treino

As necessidades nutricionais de cada atleta dependem, em grande parte, do tipo, intensidade e duração dos treinos [10]. Desta forma, cada desportista deve atingir as suas necessidades nutricionais e energéticas de acordo com a exigência do seu desporto pois, apenas desta forma, conseguirá tolerar os seus programas de treino e otimizar o seu rendimento [1].

### DESPORTOS DE RESISTÊNCIA

Relativamente aos atletas de resistência, as suas necessidades proteicas variam consoante muitos fatores, nomeadamente o volume, intensidade e duração do treino, o nível de condicionamento do atleta [10] e, fundamentalmente, o sexo do atleta e o consumo energético total e de hidratos de carbono [42]. Relativamente ao género, este é um fator muito importante pois, segundo *Tarnopolsky*, este influencia significativamente o metabolismo proteico [42] e os homens podem chegar a ter uma necessidade proteica 25% superior às mulheres [10].

Durante o exercício de resistência há um aumento da oxidação dos AA, particularmente de leucina, pelo que será recomendado um aumento da ingestão proteica de forma a compensar essas perdas de AA e ajudar na recuperação muscular, principalmente no caso de treinos intensos. Do mesmo modo, é importante haver um consumo adequado de energia total, particularmente de hidratos de carbono, de maneira que o metabolismo proteico ocorra da forma desejada e os AA ingeridos sejam poupados para a síntese proteica e para a reparação muscular e não sejam utilizados para atender às necessidades energéticas [37,39]. Portanto, os HC serão fundamentais como fonte energética, promovendo um ótimo desempenho, e, por outro lado, a proteína a eles associada vai permitir a reposição dos AA e, assim, ajudar na recuperação muscular [21].

Desta forma, os atletas de desportos de resistência têm uma necessidade de ingestão proteica aumentada e devem consumir entre, aproximadamente, 1,2 a 1,4 g/kg/dia [10,15,17,34]. No entanto, quando praticam exercícios de resistência de intensidade baixa a moderada, ou quando consomem as quantidades adequadas de energia total e hidratos de carbono, podem não ter essas exigências proteicas tão elevadas, pelo que a ingestão recomendada é cerca de 1,0 g/Kg/dia, valor ligeiramente superior à população em geral [1,42]. Por outro lado, para atletas profissionais, ou com volumes extremamente altos de treinos

intensos, a necessidade proteica poderá ser ainda mais acentuada e chegar a 1,6 g/kg/dia, aproximando-se da quantidade recomendada aos atletas de modalidades de força [1,10,42].

### DESPORTOS DE FORÇA

Neste tipo de desporto um dos principais objetivos é otimizar a síntese de proteínas contráteis e, conseqüentemente, promover a hipertrofia muscular e maximizar os níveis de força. A ingestão de proteína terá, assim, um papel fundamental pois, tal como mencionado anteriormente, após o exercício de força o balanço proteico permanece negativo até haver esse consumo [1,43]. Para haver hipertrofia muscular é necessário, como abordado anteriormente, uma repetição de períodos de NPB positivo, sendo que está bem estabelecido que é conseguido através da administração de proteína após o exercício, de forma a estimular eficazmente a MPS e, conseqüentemente, promover o aumento da massa e força musculares [23]. Desta forma, tal como nos desportos de resistência, nos desportos de força também é necessária uma maior quantidade de proteína, principalmente de AAE [20], comparativamente aos indivíduos inativos. A quantidade proteica recomendada para estes atletas é de, aproximadamente, 1,2 a 1,7 g/kg/dia [10,15,17].

De facto, a combinação de treinos de força com o uso de suplementação proteica, de maneira a se conseguir alcançar um maior aporte proteico, é uma prática comum, tanto em atletas profissionais como em amadores, com o objetivo de maximizar os resultados [24]. Na verdade, Morton *et al.* [24] constataram que este tipo de suplementação pode ser um recurso muito eficaz na otimização das adaptações aos treinos de força, uma vez que é capaz de influenciar positivamente o crescimento da massa muscular, desde que, no total, o seu consumo diário proteico perfaça a dose de, aproximadamente, 1,62 g/Kg.

Para além disso, a associação de hidratos de carbono à proteína após o treino também poderá ser vantajosa, uma vez que favorece a estimulação do processo de recuperação muscular. De facto, foi demonstrado que, com a prática deste tipo de exercício físico, os níveis de glicogénio muscular diminuem, o que leva a um aumento da degradação das proteínas musculares, numa tentativa de promover uma compensação energética. Assim, apesar não intervir diretamente na síntese proteica, quando há aporte adequado de proteínas, o consumo de HC promove um aumento das concentrações plasmáticas de insulina, a qual, por sua vez, ajuda na reposição dos níveis de glicogénio muscular e permite a supressão de MPB. Para além disso, a insulina também irá impulsionar o aumento da distribuição de AA para o músculo esquelético e, assim, aumenta a estimulação de MPS. Desta forma, a ingestão de HC associada a proteína poderá influenciar, positiva e indiretamente, o balanço muscular proteico,

o que permitirá atenuar a degradação muscular induzida pelo exercício e ajudará na recuperação [19,44]. Assim sendo, após o treino de força, é aconselhado o consumo de 0,8 a 1,2 g/Kg/h de HC, juntamente com, pelo menos, 20g de proteína de alta qualidade [1,44].

Contudo, os indivíduos nem sempre devem ser categorizados apenas como atletas de força ou resistência, com recomendações fixas de ingestão diária de proteína. Em vez disso, as orientações deveriam basear-se na adaptação ideal às sessões específicas de treino ou competição e na apreciação do contexto mais amplo dos objetivos do atleta e do seu estado físico, das necessidades nutricionais, da disponibilidade energética e das escolhas alimentares [37].

### **Período ideal de ingestão**

Para além da quantidade total de proteína necessária, outro fator fundamental para uma melhor adaptação ao exercício físico é o momento ideal aconselhado para a ingestão de proteínas. Relativamente a este tema existem várias teorias, mas acredita-se que a proteína deve ser consumida precocemente durante a fase de recuperação, principalmente quando o objetivo é a hipertrofia muscular e o aumento dos níveis de força [3,34]. O músculo esquelético consome os nutrientes, nomeadamente os AA, da circulação sanguínea de forma mais eficaz nos primeiros 30 a 60 minutos após o final de cada treino [15], pelo que o processo de síntese proteica é muito maior quando a ingestão de AA é feita imediatamente após o exercício e, por isso, é aconselhado fazer o consumo de proteína o mais rápido possível após o treino [18].

No entanto, alguns estudos afirmam que poderá haver benefícios na ingestão proteica antes do exercício físico pois, dessa forma, os AA poderão ser utilizados eficazmente no período agudo pós-exercício [1].

Para além disso, atualmente há evidências que defendem que o consumo proteico antes de dormir também é eficaz, uma vez que permite maximizar a estimulação de MPS durante a noite e, conseqüentemente, o aumento de massa muscular. Para este efeito utilizam-se fontes proteicas com uma capacidade de absorção mais lenta, como é o caso da caseína, em doses de 30 a 40 g [1,4,21,39,45].

## Tipos de proteína

O aporte proteico diário recomendado consegue, de uma forma geral, ser atingido exclusivamente através da alimentação, ou seja, sem recorrer ao uso de suplementos [3,17], o que, na verdade, é mesmo aconselhado [2]. No entanto, reconhece-se que é fundamental um aporte de proteínas de alta qualidade logo após o exercício e, embora alguns atletas o consigam fazer apenas através dos produtos alimentares básicos, outros muitas vezes têm dificuldade em o fazer. Para além disso, sabe-se que algumas populações atléticas são mais suscetíveis à desnutrição proteica, como por exemplo os praticantes de ciclismo e atletismo e, por isso, é importante o aconselhamento e educação destes atletas, de forma a ajudá-los a alcançarem as suas necessidades diárias de proteína [9]. Por estes motivos, atualmente as proteínas alimentares são muitas vezes substituídas por fontes de proteína mais portáteis, particularmente suplementos proteicos, sendo esta uma alternativa mais fácil, prática e cómoda de garantir a ingestão adequada de proteína de elevada qualidade nutricional [21,34]. Ainda assim, é recomendado e fundamental que os atletas não consumam a quantidade total de proteína diária apenas através do uso de suplementos proteicos, pois, dessa forma, poderá haver défice vitamínico ou de outros nutrientes essenciais que apenas são fornecidos através de uma alimentação variada [46]. Para além disso, apesar de ser adotada por muitos atletas, esta prática não é considerada um requisito absoluto para o aumento do desempenho e melhoria das adaptações ao exercício [9], devendo optar-se pela sua utilização apenas quando realmente necessário e, se for o caso, é fundamental dar preferência aos suplementos de alta qualidade nutricional [37].

Relativamente à proteína alimentar, esta abrange duas fontes distintas: a proteína vegetal - como por exemplo soja, feijão e arroz - e a proteína animal - como por exemplo leite, ovos e carne [2]. De todas estas fontes dietéticas, as que apresentam melhor qualidade são as carnes magras, o peixe, os ovos e os produtos lácteos, principalmente o leite [9]. No caso do leite, devido ao seu conteúdo em dois tipos distintos de proteína, caseína e proteína do soro (conhecida como *whey protein*) [2], tem sido demonstrado ser um ótimo alimento na estimulação do crescimento muscular. Vários estudos corroboram esta afirmação, mostrando que o consumo de proteína à base de leite após o exercício é eficaz no aumento da força muscular e é favorável às alterações da composição corporal [37]. É o caso de um estudo de Elliot *et al.* [43], onde verificaram que a ingestão de leite é eficaz na estimulação da síntese muscular proteica após o exercício, através da transição para um balanço muscular proteico positivo.



## SUPLEMENTOS PROTEICOS

No caso dos suplementos proteicos, estes podem ser classificados como qualquer auxílio ergogénico adicional à dieta de um indivíduo, com o propósito de aumentar o consumo de aminoácidos/proteínas e, assim, melhorar as adaptações ao exercício [3].

Estes são os suplementos alimentares mais utilizados, principalmente a proteína *whey*, tal como concluído num estudo de Jawadi *et al.* [47], que incluiu 299 participantes que consumiam num total de 25 suplementos diferentes e a *whey protein* foi a mais prevalente. A sua grande utilização deve-se, fundamentalmente, ao facto destes suplementos apresentarem uma elevada qualidade nutricional e, por isso, terem vindo a ser propostos, nos últimos anos, como uma das melhores fontes proteicas para atletas. A sua elevada eficácia é sobretudo graças à sua alta biodisponibilidade e elevada proporção de AAE, nomeadamente a leucina [48], e, portanto, à sua grande capacidade de promover o crescimento de massa muscular e a redução de massa gorda [2]. Na verdade, acredita-se que a proteína *whey* pode ser tão eficaz como as proteínas alimentares na melhoria do desempenho desportivo dos atletas [46].

Tal como o nome indica, a proteína do soro de leite (ou *whey*) é a porção líquida do leite, podendo ser obtida através da separação e extração da caseína do leite desnatado, ou ser elaborada através da produção de queijo [2,48,49]. A *whey* é removida e purificada, de forma a ser possível obter diferentes concentrações proteicas e, do mesmo modo, diferentes proporções de hidratos de carbono e gordura. Assim, existem três tipos de proteína *whey*, que são: proteína *whey* concentrada - que contém entre 25% e 80% de proteína e 10% de gordura; proteína *whey* isolada, que é produzida através da filtração da proteína concentrada e que apresenta uma quantidade de proteína superior ou igual a 90% e baixas quantidades de lípidos; proteína *whey* hidrolisada, que é a proteína *whey* fracionada em pequenos peptídeos, com teor variado em proteína e gordura [2,48].

### **Qualidade das proteínas**

A qualidade proteica também parece ser um fator muito importante para maximizar a hipertrofia muscular e o desempenho desportivo dos atletas, pelo que estes se devem concentrar em fontes proteicas de elevada qualidade. Essa qualidade das proteínas difere consoante a sua fonte, o seu perfil de AA e os seus métodos de processamento ou isolamento [21], o que, conseqüentemente, vai influenciar a biodisponibilidade desses AA, a sua taxa de digestão e/ou absorção e a sua atividade metabólica [9]. Efetivamente, diferentes tipos de

proteínas apresentam diferentes taxas de digestão e absorção, o que poderá afetar o anabolismo e a estimulação da síntese muscular proteica. Tang *et al.* [50] analisaram a eficácia de diferentes fontes proteicas (*whey* isolada, caseína e soja isolada) na estimulação aguda da síntese muscular proteica, tanto em repouso como após a prática de exercício físico. Estes autores concluíram que todas estas fontes aumentaram significativamente as taxas de MPS, tanto em repouso como em resposta ao exercício, sendo que a *whey protein* foi a que apresentou melhores resultados e estimulou este mecanismo em maior extensão.

Relativamente ao perfil de aminoácidos, as proteínas com melhor qualidade são as que apresentam maiores quantidades de AAE [21], pois, como mencionado anteriormente, estes têm um papel fundamental na estimulação da síntese muscular proteica, especialmente a leucina, um regulador metabólico chave da MPS [44].

Desta forma, tal como mencionado anteriormente, quando se pretende escolher o tipo de proteína ideal para um determinado atleta é importante ter em consideração o seu teor em leucina e, também, a sua taxa de digestão. O pico sanguíneo deste AAE é fundamental para a ativação de MPS, pelo que quanto maior for o seu conteúdo em leucina e a velocidade de absorção, mais eficaz será essa fonte proteica [18,50]. De facto, as proteínas do leite - *whey* e caseína - apresentam um elevado teor em leucina, o que poderá explicar a sua elevada eficácia nas adaptações ao exercício físico [3,4] e as define como proteínas de alta qualidade [17]. A *whey protein* é, em particular, a que apresenta maior quantidade de leucina, o que permite uma maior capacidade em estimular a síntese proteica muscular e em promover a hipertrofia, pelo menos em comparação com outros tipos de proteína, como a caseína e a proteína vegetal [15,50]. A caseína, apesar de também ser rica em leucina, apresenta uma taxa de absorção mais lenta, o que impede que a concentração sistémica dos AA seja rápida o suficiente para a estimulação eficaz da síntese muscular proteica. Ainda assim, se a caseína for hidrolisada a sua digestão já é mais rápida e os resultados serão semelhantes aos da *whey* [18].

Portanto, de uma forma geral, é fundamental garantir que os atletas consomem uma quantidade suficiente de proteína na sua dieta, optando por uma de elevada qualidade, com uma taxa absorção relativamente rápida e que contenha adequadas quantidades de AAE, nomeadamente leucina, de forma a ser mais eficaz na estimulação de MPS [9,21].

## Segurança dos suplementos proteicos

Apesar do amplo conhecimento científico nesta área, atualmente os atletas são confundidos pela abundância de informação referente a este tema, nomeadamente na internet. Para além disso, são muitos os especialistas que, muitas vezes devido a interesses comerciais, aconselham determinadas estratégias nutricionais, ou mesmo determinados produtos, sem uma base científica e com evidentes riscos para a saúde a longo prazo. Na verdade, acredita-se que o uso incorreto dos suplementos proteicos pode ter consequências nefastas, tanto a nível do rendimento do atleta, como também a nível da sua saúde em geral. Estes são compostos por misturas complexas de diversas substâncias, sendo o seu efeito de interação desconhecido e, por isso, a reação ao seu consumo poderá ser diferente de atleta para atleta [1].

Na verdade, foi demonstrada a falta de consciência de alguns utilizadores de suplementos proteicos e a necessidade de educar e informar os mesmos relativamente à compra e ao uso destes suplementos, de forma a diminuir o seu abuso desnecessário e assegurar a qualidade destes produtos [2,3]. Com o crescimento do uso de suplementação proteica e, conseqüentemente, com o crescimento global desta indústria, os consumidores começaram a ter cada vez mais oferta de produtos de variadas origens, havendo acesso a marcas menos credíveis e menos confiáveis [3]. É fundamental ter em consideração que os suplementos alimentares não são obrigados a passar pelos criteriosos controlos pelos quais passam os medicamentos e, deste modo, um dos seus problemas é a baixa qualidade do controlo da produção e conservação destes produtos [2,51]. Apesar de raros, foram reportados casos de suplementos proteicos com testes positivos para hormonas sintéticas, metais pesados, agentes microbiológicos e outras substâncias prejudiciais [3]. Relativamente aos metais pesados, concluiu-se que o nível de contaminação pode ser suficientemente elevado, representando grande risco para os utilizadores e comprometendo a saúde de vários órgãos, nomeadamente o fígado, rins, cérebro e coração [2,51].

Para além disso, especificamente para os atletas profissionais, a contaminação dos suplementos proteicos com certas substâncias não é apenas potencialmente perigosa para a sua saúde, mas também para a capacidade de cumprir o código antidopagem imposto pela Agência Mundial Antidoping (*WADA*) e, conseqüentemente, comprometer a sua potencial carreira a nível desportivo [3]. Na realidade, foram reportados vários casos de atletas que obtiveram testes positivos para substâncias proibidas pela *WADA*, em resultado do consumo de suplementos que as contêm sem que estas estejam descritas no rótulo do produto [52].

Por estes motivos, é fundamental que os atletas sejam acompanhados e orientados de forma a fazerem uma boa escolha da suplementação e que a façam na dosagem correta, evitando, assim, possíveis complicações e possibilitando o atingimento dos objetivos desejados sem quaisquer danos na saúde e na sua carreira profissional [49].

### **Efeitos adversos das dietas hiperproteicas**

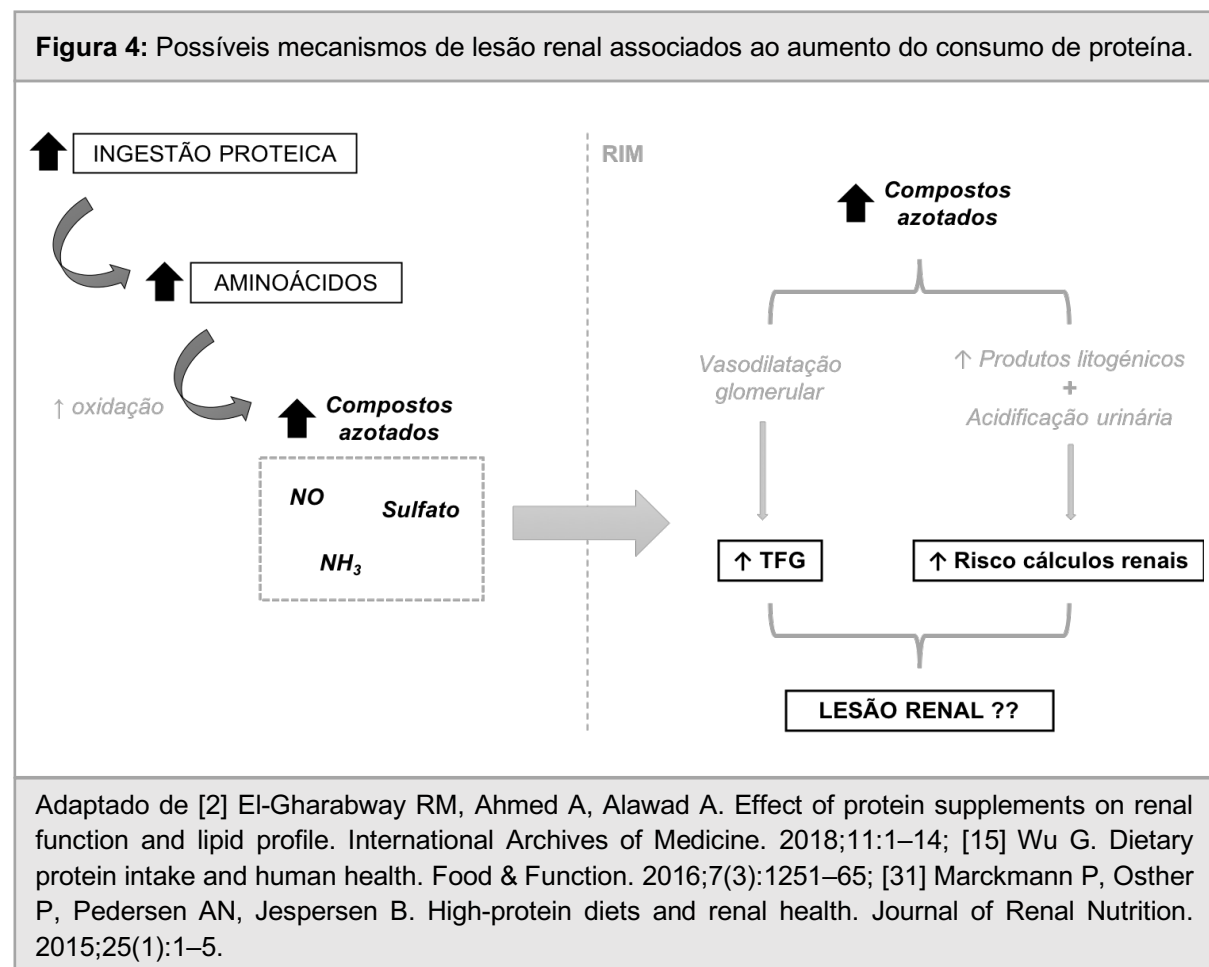
Em condições normais, o corpo humano apresenta uma grande capacidade de oxidação dos AA e proteínas ingeridos, produzindo diversos metabolitos hidrossolúveis tais como amônia, NO, sulfato e homocisteína [15,53]. Uma parte da amônia ( $\text{NH}_3$ ) é convertida em ureia, numa primeira fase pelo fígado e depois, em menor extensão, pelas células intestinais. Para além disso, os rins combinam  $\text{NH}_3$  com  $\text{H}^+$ , produzindo  $\text{NH}_4^+$ , sendo este ião posteriormente excretado pela urina, juntamente com a ureia. Já o NO produzido a partir das proteínas, sendo um vasodilatador, vai promover o aumento do fluxo sanguíneo e da taxa de filtração glomerular [15], o que poderá ter um efeito negativo a nível renal.

Deste modo, quando há um consumo elevado de proteínas, aumenta o aporte de cargas azotadas para determinados órgãos, nomeadamente o sistema gastrointestinal, o fígado e os rins. Consequentemente, se essa ingestão for superior ao limite máximo estabelecido como seguro pode haver acumulação de compostos azotados nesses órgãos e levar ao aparecimento de sintomas gastrointestinais (desconforto intestinal, náuseas e diarreia) e sistémicos (fadiga, cefaleias e tonturas), desidratação, hiperamonémia, hiperinsulinémia, ou até mesmo ao desenvolvimento de lesões renais ou hepáticas [15]. No entanto, as evidências da verdadeira ocorrência destes efeitos adversos associados ao consumo proteico elevado ainda são muito limitadas [54].

Assim, apesar dos benefícios demonstrados do consumo de dietas HP pelos atletas, com o crescente aumento substancial da ingestão de proteína e suplementos proteicos nos últimos anos, a sua segurança tem sido cada vez mais questionada [26]. Do ponto de vista da saúde, ainda existe muita preocupação em torno das implicações clínicas e metabólicas desse consumo a longo prazo, particularmente a nível da função renal [31,55].

## Diets hiperproteicas e a função renal

Relativamente à função renal, como os rins têm um papel fundamental na reabsorção de AA e na excreção urinária dos compostos azotados provenientes do metabolismo proteico, acredita-se que a ingestão de proteína em quantidades mais elevadas pode afetar a saúde renal [15,53]. De facto, nos últimos anos as dietas HP têm sido relacionadas com uma possível disfunção renal, principalmente devido a um possível aumento crónico da pressão glomerular e da hiperfiltração [56], ou pelo aumento do risco de nefrolitíase [31] (Figura 4).



A maioria dessas preocupações origina-se devido aos doentes com doença renal crónica (DRC) [21]. Indubitavelmente, está claro que as pessoas com insuficiência renal beneficiam de dietas com restrição proteica [26,57], mas a extensão desta fisiopatologia a desportistas saudáveis que não estejam clinicamente comprometidos é inadequada [21]. Martin *et al.* [56] constataram que, apesar do consumo proteico excessivo ser considerado perigoso para os indivíduos com doença renal, ao quais é recomendada uma dieta com

restrição proteica, as evidências do seu efeito prejudicial, e possível desenvolvimento de doença renal, não foram significativas nos indivíduos saudáveis.

Para além disso, um estudo desenvolvido para esclarecer o efeito da restrição proteica no desenvolvimento da DRC [58], defende a importância da sua função, mas não fornece evidências significativas da sua verdadeira eficácia na proteção renal a longo prazo, uma vez que não mostrou nenhuma alteração significativa no atraso da progressão da doença renal.

Desta forma, apesar de estar demonstrado que as dietas hiperproteicas são perigosas em doentes com disfunção renal, há pouca evidência de dados que corroborem essa afirmação em pessoas saudáveis [26,59]. Ainda assim, como atualmente há uma elevada prevalência de dietas HP e da utilização de suplementos proteicos, a determinação do seu verdadeiro impacto na função renal, mesmo em indivíduos saudáveis, é fundamental [60].

### HIPERFILTRAÇÃO E LESÃO RENAL

O consumo de proteína é considerado um dos maiores modeladores da taxa filtração glomerular (TFG) [61] e, por isso, quando é feito em elevadas quantidades aumenta, de forma aguda, o fluxo plasmático renal e a TFG – hiperfiltração glomerular – nos indivíduos saudáveis [59,62].

Esta influência da dieta rica em proteínas na hemodinâmica renal a curto prazo foi estudada num grupo de 24 homens jovens saudáveis, nos quais se avaliou e comparou os efeitos de uma dieta HP (2,4 g/kg/dia) com uma dieta composta por quantidades normais de proteína (1,2 g/kg/dia) [30]. Num esquema cruzado de 1 semana, quando os indivíduos foram submetidos a um maior aporte proteico, a TFG aumentou de 125 para 141 mL/minuto, e a fração de filtração aumentou de 23% para 28%. Assim, este estudo mostrou que, mesmo após um curto período de maior ingestão proteica, a resposta hemodinâmica renal é afetada. Este facto é corroborado por estudos mais recentes, nomeadamente uma meta-análise de Schwingshackl e Hoffmann [63] que comparou o impacto das dietas HP com dietas compostas por quantidades baixas/normais de proteína na função renal, em indivíduos sem doença renal estabelecida. Os resultados obtidos propõem que, quando são consumidas maiores quantidades de proteína, se verifica um aumento da TFG, da ureia sérica e da excreção urinária de cálcio.

Do mesmo modo, Juraschek *et al.* [64] realizaram um estudo cruzado onde, para além de concluírem que as dietas HP causam um aumento da TFG, sugerem que o seu consumo a longo prazo poderá ter repercussões negativa na função renal. Na verdade, existem várias teorias de que esta hiperfiltração glomerular consequente do consumo elevado de proteínas possa ser prejudicial para o rim a longo prazo [26,31]. Como, em condições normais, a proteína é um dos principais fatores moduladores da TFG, quando é ingerida em maiores quantidades poderá estar associada a um aumento do risco de desenvolvimento de DRC por meio da hiperfiltração renal [2,17,65]. Porém, ainda não há evidências significativas e estudos concordantes em relação a este possível efeito em humanos, especialmente no contexto da ingestão habitual de proteínas [65]. Um estudo observacional recente [66], envolvendo o *follow-up* de 1144 adultos durante 12 anos, demonstrou uma correlação positiva altamente significativa entre a ingestão de elevadas quantidades de proteína e o aumento agudo da TFG numa fase inicial - estudo transversal - e também, o aumento do declínio da TFG a longo prazo - estudo longitudinal -. No entanto, dois outros grandes estudos observacionais foram incapazes de identificar qualquer associação entre essa ingestão proteica e as subsequentes alterações da TFG em adultos saudáveis [60,67]. No estudo de Halbesma *et al.* [67], foram estudados 8461 indivíduos sem doença renal, não tendo sido relatado qualquer declínio da TFG e da função renal associados ao maior aporte proteico, após 6 anos de *follow-up*. O mesmo foi demonstrado num outro estudo observacional [60], com duração de 11 anos, em que o consumo elevado de proteína foi associado ao declínio da função renal a longo prazo em mulheres com insuficiência renal preexistente, mas não em mulheres com função renal prévia normal.

Mais recentemente, um grupo de investigadores realizou uma revisão sistemática e meta-análise [55], que incluiu vários estudos que avaliam os efeitos das dietas HP na função renal de indivíduos saudáveis, comparativamente a dietas com quantidades normais/baixas de proteína. Os resultados sugeriram que o consumo proteico em doses elevadas não afeta negativamente a TFG e, conseqüentemente, a função renal desses indivíduos. Para além disso, embora não fosse o foco principal desta última revisão, Devries *et al.* concluíram que vários estudos avaliam o efeito do elevado consumo proteico na taxa de excreção de albumina. Esta taxa é utilizada como um marcador de lesão renal e, por isso, possibilita a identificação de doença renal [55,68]. Assim, se houvesse disfunção renal devido à ingestão de elevadas quantidades de proteína, seria de esperar haver um aumento na taxa de excreção de albumina [55]. No entanto, apenas um desses estudos [30] verificou que houve um aumento dessa excreção quando eram consumidas dietas ricas em proteína, enquanto que os restantes ensaios não apresentaram diferenças significativas entre os dois tipos de dieta.

Desta forma, estes resultados demonstram, mais uma vez, que, desde que os indivíduos sejam saudáveis, o consumo elevado de proteína não causa lesão renal [55].

Do mesmo modo, a OMS [36] e a NAM [33], ao determinarem as quantidades recomendadas de proteína, avaliaram o seu possível impacto na função renal e concluíram que os níveis aconselhados não provocam declínio da função renal em indivíduos saudáveis [28,33,55]. Assim sendo, apesar das numerosas evidências que sustentam a hipótese de que as dietas HP aumentam a TFG a curto prazo [30,62–64,69], até ao momento não há estudos suficientes que comprovem a sua associação ao possível desenvolvimento de lesões renais a longo prazo em indivíduos saudáveis [36,55,60,67].

Na prática, todas estas alterações verificadas nos diversos estudos refletem, principalmente, as mudanças fisiológicas e os mecanismos adaptativos normais do rim ao consumo de elevada quantidade de proteína, e não estão necessariamente relacionados com a diminuição da função renal nos indivíduos saudáveis [26,30,55,56,63]. Desta forma, o seu significado clínico continua a não ser totalmente claro, mas é importante realçar que esta resposta adaptativa não parece representar um fator de risco para o desenvolvimento da DRC, mas poderá acelerar a evolução da doença renal em indivíduos com disfunção renal prévia [56].

## UROLITÍASE

Outro efeito potencialmente nocivo das dietas HP, que tem sido extensamente discutido, é o aumento do risco de formação de cálculos renais [36,70]. Na verdade, alguns estudos relacionaram e relataram uma associação positiva entre o consumo de elevadas quantidades de proteína e uma maior suscetibilidade a litíase urinária [26,31,71].

O metabolismo das proteínas ingeridas, ou particularmente a oxidação dos AA sulfúricos e fosfoproteínas, favorece o aumento da produção e excreção renal ácida [70]. Este aumento das cargas ácidas inequivocamente demonstrou resultar num aumento das taxas de excreção renal de cálcio e diminuição da excreção urinária de citrato, um inibidor da formação de cálculos cálcicos. De um ponto de vista fisiopatológico, esta combinação poderá estar relacionada com um aumento do risco de cristalização de cálcio na urina. Para além disso, o estado de acidose urinária resultante potencialmente poderá proporcionar um ambiente favorável para a formação de cálculos de ácido úrico [31,59,72]. Assim, a ingestão de dietas HP, através do aumento da excreção ácida e da diminuição do pH renal, aumenta a excreção de substâncias potencialmente litogénicas, como cálcio e ácido úrico e, conseqüentemente,



poderá promover o desenvolvimento de nefrolitíase e ameaçar a saúde renal [2,26]. Na verdade, a hiperuricemia e a diminuição do pH urinário, que, tal como dito anteriormente, são fatores de risco reconhecidos da nefrolitíase, são observados em vários estudos em que os indivíduos são submetidos a dietas ricas em proteína [30,63,70]. No caso específico de um estudo de Reddy *et al.* [73], verificou-se a ocorrência das várias alterações renais mencionadas anteriormente, nomeadamente o aumento excreção ácida e do cálcio urinário e a diminuição do pH urinário e dos citratos, quando os participantes foram submetidos a dietas que forneciam mais de 2 g/Kg de proteína diária. Estes resultados apoiam a hipótese da elevada propensão para a formação de cálculos renais associada ao consumo HP.

No entanto, o aumento da produção ácida endógena induzido pelo maior aporte proteico depende, em grande escala, da natureza das proteínas ingeridas [70,72], sendo que acontece sobretudo quando se recorre à proteína de origem animal [36,56,74]. Esta hipótese é apoiada por vários estudos [73,74], em que os autores encontraram relação entre o aumento da ingestão proteica de origem animal e o aumento do risco de formação de cálculos em indivíduos sem história de litíase renal. Por outro lado, um estudo prospetivo mais recente [75], que estudou mais de 96 mil mulheres durante 8 anos, não encontrou qualquer associação entre a ingestão de proteína animal e o aumento do risco de formação de cálculos, contrariamente aos estudos mencionados anteriormente e a estudos anteriores do próprio autor.

No caso específico dos suplementos proteicos, os estudos relativamente aos seus possíveis efeitos no risco de desenvolvimento de litíase renal também são controversos e escassos [76]. Um estudo experimental realizado em ratos [77] sugere que o consumo HP através da utilização de proteína *whey*, durante um curto período de tempo, induziu uma diminuição do citrato e do pH urinários e um aumento significativo do cálcio urinário. Como visto anteriormente, a partir do momento que há diminuição do pH urinário, a hipocitraturia e a hipercalemia são reconhecidos como fatores de risco para formação de cálculos, pelo que os ratos submetidos a dietas HP apresentaram maior risco para nefrolitíase. Um estudo mais recente [76] também analisou especificamente o impacto do consumo de suplementos proteicos, como a *whey* e a albumina, nos fatores de risco para nefrolitíase em indivíduos saudáveis. Neste caso o consumo destes suplementos nas doses habituais e durante um curto período de tempo não induziu alterações nos valores de cálcio, ácido úrico, citrato ou pH urinários, ou seja, os indivíduos não apresentaram alterações significativas nos principais parâmetros litogénicos.

Os resultados controversos de todos estes estudos podem ser devidos a vários fatores, nomeadamente a população abrangida, o equilíbrio ácido-base global da dieta e a

quantidade, duração e tipo de proteína utilizada. Ainda assim, quando utilizam suplementos proteico, os indivíduos saudáveis devem estar cientes da quantidade total de proteína que ingerem diariamente, de forma a tentar prevenir o desenvolvimento de fatores de risco para formação de cálculos urinários [76]. Na verdade, tudo isto é fundamental ter em conta principalmente nos indivíduos que apresentam disfunção metabólica e, por isso, já têm maior propensão para o desenvolvimento de cálculos renais, mesmo antes da proteína exercer efeito nesse mecanismo [56]. Nguyen *et al.* [78] descobriram que o consumo de elevada quantidade de proteína animal afetou negativamente os marcadores de formação de cálculos em indivíduos com litíase cálcica idiopática, enquanto nenhuma alteração foi observada em indivíduos saudáveis. Assim, conclui-se que o alto consumo de proteína pode ser inseguro para os indivíduos com alterações renais hereditárias ou associadas a doença renal preexistente, pois pode ser considerado um fator impulsionador que, apenas em conjunto com essa alteração prévia, promove maior risco para o desenvolvimento de cálculos renais nestes indivíduos predispostos [26,56].

Em conclusão, embora alguns estudos sugiram que a alta ingestão de proteína animal pode aumentar o risco de cálculos renais, particularmente naqueles indivíduos que são classificados como formadores de cálculos idiopáticos, no momento atual ainda não há evidências claras [56]. Ainda assim, recomenda-se que, para minimizar esse risco nas pessoas predispostas, a dieta deve fornecer, idealmente, o nível seguro e não quantidades excessivas de proteína, com preferência pela proteína de origem vegetal [36].

## DESIDRATAÇÃO

Para além dos temas abordados anteriormente, é também importante fazer a relação entre o consumo elevado de proteína e o estado de hidratação. Na verdade, devido às maiores quantidades de proteína ingeridas, há um aumento do metabolismo proteico e, consequentemente, uma maior produção de compostos azotados, pelo que é necessário aumentar o aporte de fluídos para possibilitar a excreção desses produtos [22]. Para além disso, como o exercício aumenta a perda de água através do suor, a ingestão de quantidades superiores de proteína promove um aumento do risco de desidratação [2,22,49]. É então fundamental que os desportistas ingiram a quantidade de fluídos apropriada, antes, durante e após o exercício, de forma a conseguirem uma ótima performance e sem comprometer a saúde [37]. Deste modo, a ingestão de quantidades de água superiores (pelo menos 2 litros diários) pode proteger os rins e diminuir o risco de desidratação associada ao consumo elevado de proteína/suplementos proteicos e à prática de exercício físico regular [2,9].

## CASO ESPECÍFICO DOS ATLETAS

No caso dos atletas profissionais, como estes consomem frequentemente maiores quantidades diárias de proteína e utilizam, em grande escala, suplementos proteicos, é fundamental perceber se estas condições se mantêm. Na verdade, uma grande parte dos desportistas consome substancialmente mais proteína do que o nível recomendado, por períodos de tempo relativamente longos com o objetivo de alcançarem as necessidades nutricionais impostas pelos níveis elevados de atividade física e, também, com o objetivo de aumentar a massa muscular [31,36]. Pesquisas feitas em atletas, principalmente atletas de modalidades de força, como é o caso dos praticantes de culturismo, indicam que a ingestão consumo de proteína na ordem dos 2,0 a 2,5 g/Kg/dia, ou até mesmo 3,0 g/Kg/dia, não é incomum [34]. Para além disso, atualmente, devido ao grande crescimento do mundo *fitness* e da elevada adesão a dietas HP, muitos atletas amadores, ou até indivíduos sedentários, têm-se submetido ao uso de suplementos proteicos, mesmo sem o aconselhamento de profissionais. Por este motivo, há uma grande probabilidade de terem um aporte proteico muito superior ao recomendado para o seu nível de atividade física e, conseqüentemente, podem vir a desenvolver efeitos adversos. Desta forma, é particularmente importante que estes efeitos sejam adequadamente identificados, de forma a proteger a saúde dos atletas, tanto amadores como profissionais.

Segundo a maioria dos estudos publicados, acredita-se que os indivíduos saudáveis toleram um consumo proteico até 2 g/Kg/dia a longo prazo que, como mencionado anteriormente, é a quantidade máxima recomendada para desportistas, ou até quantidades superiores. Recentemente, Antonio *et al.* publicaram uma série de investigações originais em que foram prescritas quantidades extremamente altas de proteína (3 a 3,4 g/kg/dia) a vários atletas, onde concluíram que este aporte proteico não resultou no aparecimento de efeitos adversos [35,40,79]. O primeiro estudo [35], realizado em 2015, submeteu os desportistas, praticantes de exercício intenso, a um total de 3,4 g/Kg de proteína diária durante 8 semanas, não tendo sido relatada nenhuma alteração nos parâmetros sanguíneos comumente usados para avaliação da função renal. Em 2016, foi feito um estudo cruzado [79], incluindo 12 homens saudáveis praticantes de desportos de força, em que se avaliou, em cada um deles, no início e no final do estudo, o impacto de dietas HP em vários parâmetros, nomeadamente a composição corporal, marcadores sanguíneos metabólicos e o desempenho desportivo. Num período total de 16 semanas, 8 semanas em que os atletas seguiram a sua dieta habitual (aproximadamente 2,6 g/kg/dia) e outras 8 semanas em que consumiram dietas HP (superior a 3 g/kg/dia), não foi relatada qualquer alteração na composição corporal e ainda mais importante, nenhum efeito adverso, nomeadamente a nível da função renal. Por fim, o mesmo

grupo de autores realizou outro estudo cruzado [40] em 14 homens saudáveis praticantes de desportos de força, com duração de um ano. Quando seguiram uma dieta rica em proteínas os participantes ingeriram 3 g/kg/dia, enquanto que no restante tempo seguiram a sua dieta normal (2,5 g/kg/dia). Esta investigação mostrou que o aporte crónico de elevadas quantidades de proteínas não teve efeitos nocivos na função renal em atletas que praticam desportos de força durante vários anos.

Relativamente aos suplementos proteicos, um outro estudo [80] avaliou especificamente o seu consumo por atletas mexicanos de alto rendimento e a sua possível associação com lesão renal. Pomerantz *et al.* concluíram que, no grupo de atletas estudado, a utilização de suplementos proteicos não afetou a função renal e, por isso, acredita-se que, quando estes produtos são utilizados por desportistas saudáveis, provavelmente não haverá risco para a função renal.

Desta forma, segundo vários estudos, acredita-se que a quantidade máxima de proteína tolerada pelos indivíduos saudáveis, sem causar efeitos adversos a nível renal, é de 3,5 g/Kg/dia [15], mas será fundamental ter em conta e fazer essa ingestão de acordo com as necessidades de cada atleta. Para além disso, tem sido sugerido que não só a quantidade de proteína ingerida influencia a resposta renal, como também a duração da sua exposição poderá ser um fator importante. Por essa razão, é necessário confirmar os resultados dos estudos a curto prazo com estudos em que se avalia a ingestão prolongada [65]. Enquanto não há evidências específicas para os possíveis danos a longo prazo, e o consumo de elevadas quantidades de proteína é identificado como seguro, pode ser prudente controlar tais ingestões e evitar exageros [36].

## CONCLUSÃO

Os suplementos proteicos são atualmente muito utilizados pelos atletas, tanto profissionais como amadores, de forma a conseguirem alcançar mais facilmente o aporte de proteínas diário necessário e os objetivos desejados. De facto, tal como demonstrado em vários estudos, os atletas requerem mais proteína diária do que a população em geral, sendo que a quantidade recomendada varia entre 1,2 a 2,0 g/Kg/dia, dependendo do tipo e da intensidade do exercício. No entanto, muitos atletas, principalmente de desportos de força como o culturismo, excedem facilmente essa dose diária, de forma a tentarem maximizar o crescimento muscular.

Um dos perigos do uso dos suplementos proteicos é o facto da sua produção não ser rigorosamente controlada e, conseqüentemente, a sua possível reduzida qualidade e elevada contaminação com produtos prejudiciais para a saúde ou com substâncias proibidas pela WADA e, assim, comprometer o futuro desportivo dos atletas profissionais.

Relativamente ao impacto potencialmente negativo na função renal, os suplementos proteicos e, conseqüentemente, o consumo de doses elevadas de proteína continuam a ser extensamente estudados e os resultados permanecem incertos. De facto, vários estudos demonstram a sua influência no aumento agudo do fluxo plasmático e da TFG em indivíduos saudáveis, mas isto apenas reflete o mecanismo adaptativo do rim em resposta ao maior aporte proteico. Para além disso, este consumo também tem sido associado a uma maior suscetibilidade de desenvolver litíase urinária. Com a ingestão de quantidades elevadas de proteína verifica-se um aumento da excreção de substâncias potencialmente litogénicas, havendo, por isso, uma elevada propensão para a formação de cálculos renais. No entanto, tudo isto depende da natureza das proteínas ingeridas, ocorrendo maioritariamente quando se recorre à proteína animal e, no caso dos suplementos proteicos, os estudos ainda são escassos e controversos.

De facto, acredita-se que os atletas conseguem tolerar uma ingestão diária até 3,5 g/Kg de proteína a longo prazo, sem quaisquer efeitos adversos a nível da função renal, mas é fundamental ter em conta que, até hoje, ainda não há evidências significativas que corroborem este facto, para além de que a maioria dos estudos anteriores não são feitos nas condições ideais. A duração da exposição à proteína da dieta é muito importante na sua influência a nível renal, sendo, por isso, necessário confirmar os resultados obtidos a curto prazo com estudos em que se avalia a ingestão prolongada de proteínas. Desta forma, será importante a realização de mais estudos interventivos em atletas que consomem suplementos de forma crónica e em quantidades superiores, abordando uma população maior e com

diferentes níveis de atividade, durante um período de tempo mais longo e com um controlo mais rigoroso da dieta, de forma a determinar a sua verdadeira eficácia e os seus reais efeitos negativos na função renal. Para além disso, enquanto não há evidências específicas destes efeitos adversos a longo prazo, e o seu consumo é identificado como seguro, é prudente evitar a utilização dos suplementos proteicos de forma liberal. Antes de utilizar qualquer suplemento é importante considerar a sua verdadeira necessidade e, se for o caso, ajustar a dose de acordo com os objetivos desportivos, o seu custo-benefício, o estado de saúde do atleta, os potenciais riscos desse consumo e a possibilidade de ter resultado positivo num teste antidopagem, no caso de ser um atleta profissional.

Em conclusão, é fundamental a educação dos jovens atletas na área da nutrição desportiva e informá-los da importância do uso dos suplementos proteicos de forma correcta, pois estes encontram-se na faixa etária ideal para o desenvolvimento de bons hábitos relativos à saúde e, desta forma, consegue-se prevenir os potenciais perigos do seu uso incorreto. Para além disso, como o significado clínico dos estudos anteriores ainda permanece incerto, poderá ser importante recomendar a monitorização da função renal nos indivíduos que consomem dietas HP, pois, de momento, os seus possíveis efeitos a longo prazo não podem ser excluídos.

## REFERÊNCIAS

1. Sousa M, Teixeira VH, Graça P. Nutrição no Desporto. Direção Geral de Saúde. Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável. 2016.
2. El-Gharabway RM, Ahmed A, Alawad A. Effect of protein supplements on renal function and lipid profile. *International Archives of Medicine*. 2018;11:1–14.
3. Whitehouse G, Lawlis T. Protein supplements and adolescent athletes: a pilot study investigating the risk knowledge, motivations and prevalence of use. *Nutrition & Dietetics*. 2017;74(5):509–15.
4. Pasiakos SM, Lieberman HR, McLellan TM. Effects of protein supplements on muscle damage, soreness and recovery of muscle function and physical performance: a systematic review. *Sports Medicine*. 2014;44(5):655–70.
5. Thomson CA. Nutritional Supplements in Sports and Exercise. *JAMA*. 2010;303(18):1868-9.
6. Sousa M, Fernandes MJ, Moreira P, Teixeira VH. Nutritional supplements usage by portuguese athletes. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 2013;83(1):48–58.
7. Tipton KD, Witard OC. Protein requirements and recommendations for athletes: relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. *Clinics in Sports Medicine*. 2007;26(1):17–36.
8. Schoenfeld BJ, Aragon AA. How much protein can the body use in a single meal for muscle-building? Implications for daily protein distribution. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018;15(1):10.
9. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jager R, et al. ISSN exercise & sport nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018;15(1):38.
10. Kerksick CM, Kulovitz M. Requirements of Energy, Carbohydrates, Proteins and Fats for Athletes. *Nutrition and Enhanced Sports Performance*. 2013; 355–66
11. Loucks AB. Energy balance and body composition in sports and exercise. *Journal of Sports Sciences*. 2004;22(1):1–14.

12. Burke LM, Cox GR, Cummings NK, Desbrow B. Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them?. *Sports Medicine*. 2001;31(4):267–99.
13. Wolfe RR. The underappreciated role of muscle in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2006;84(3):475–82.
14. Wolfe RR. Regulation of Muscle Protein by Amino Acids. *The Journal of Nutrition*. 2002;132(10):3219–24.
15. Wu G. Dietary protein intake and human health. *Food & Function*. 2016;7(3):1251–65.
16. Devries MC, Phillips SM. Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. *Journal of Food Science*. 2015;80:A8–15.
17. Rodriguez NR, DiMarco NM, Langlely S. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the American Dietetic Association*. 2009;109(3):509–27.
18. Phillips SM, Van Loon LJ. Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *Journal of Sports Sciences*. 2011;29:S29–38.
19. Witard OC, Wardle SL, Macnaughton LS, Hodgson AB, Tipton KD. Protein considerations for optimising skeletal muscle mass in healthy young and older adults. *Nutrients*. 2016;8(4):181.
20. Phillips SM. Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition*. 2004;20(7–8):689–95.
21. Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2017;14:20.
22. Tipton KD. Efficacy and consequences of very-high-protein diets for athletes and exercisers. *The Proceedings of the Nutrition Society*. 2011;70(2):205–14.
23. Cermak NM, Res PT, de Groot LC, Saris WH, Van Loon LJ. Protein supplementation augments the adaptive response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2012;96(6):1454–64.



24. Morton RW, Murphy KT, McKellar SR, Schoenfeld BJ, Henselmans M, Helms E, et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*. 2018;52(6):376–84.
25. Moore DR. Protein metabolism in active youth: not just little adults. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2019;47(1):29–36.
26. Cuenca-Sánchez M, Navas-Carrillo D, Orenes-Piñero E. Controversies surrounding high-protein diet intake: satiating effect and kidney and bone health. *Advances in Nutrition*. 2015;6(3):260–6.
27. Te Morenga L, Mann J. The role of high-protein diets in body weight management and health. *The British Journal of Nutrition*. 2012;108:S130–8.
28. Phillips SM, Chevalier S, Leidy HJ. Protein “requirements” beyond the RDA: implications for optimizing health. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2016;41(5):565–72.
29. Murphy CH, Hector AJ, Phillips SM. Considerations for protein intake in managing weight loss in athletes. *European Journal of Sports Sciences*. 2015;15(1):21–8.
30. Frank H, Graf J, Amann-Gassner U, Bratke R, Daniel H, Heemann U, et al. Effect of short-term high-protein compared with normal-protein diets on renal hemodynamics and associated variables in healthy young men. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2009;90(6):1509–16.
31. Marckmann P, Osther P, Pedersen AN, Jespersen B. High-protein diets and renal health. *Journal of Renal Nutrition*. 2015;25(1):1–5.
32. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. *World Health Organization Technical Report Series*. 1985;724(4):624–32.
33. Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, D.C.: National Academies Press; 2005.

34. Phillips SM, Moore DR, Tang JE. A critical examination of dietary protein requirements, benefits, and excesses in athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2007;17:S58–76.
35. Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, Orris S, Scheiner M, Gonzalez A, 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*. 2015;12:39.
36. WHO/FAO/UNU. Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a joint WHO/FAO/UNU expert consultation. World Health Organization; 2007.
37. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2016;48(3):543–68.
38. Phillips SM. Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *The British Journal of Nutrition*. 2012;108:S158–67.
39. Casazza GA, Tovar AP, Richardson CE, Cortez AN, Davis BA. Energy availability, macronutrient intake, and nutritional supplementation for improving exercise performance in endurance athletes. *Current Sports Medicine Reports*. 2018;17(6):215–23.
40. Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, Vargas L, Tamayo A, Buehn R, et al. A high protein diet has no harmful effects: a one-year crossover study in resistance-trained males. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2016;1–5.
41. Bandegan A, Courtney-Martin G, Rafii M, Pencharz PB, Lemon PW. Indicator amino acid–Derived estimate of dietary protein requirement for male bodybuilders on a nontraining day is several-fold greater than the current recommended dietary allowance. *The Journal of Nutrition*. 2017;147(5):850–57.
42. Tarnopolsky M. Protein requirements for endurance athletes. *Nutrition*. 2004;20:662–8.
43. Elliot TA, Cree MG, Sanford AP, Wolfe RR, Tipton KD. Milk ingestion stimulates net muscle protein synthesis following resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2006;38(4):667–74.

44. Sousa M, Teixeira VH, Soares J. Dietary strategies to recover from exercise-induced muscle damage. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2014;65(2):151–63.
45. Snijders T, Res PT, Smeets JSJ, Van Vliet S, Van Kranenburg J, Maase K, et al. Protein ingestion before sleep increases muscle mass and strength gains during prolonged resistance-type exercise training in healthy young men. *The Journal of Nutrition*. 2015;145(6):1178–84.
46. Samal JRK, Samal IR. Protein Supplements: Pros and Cons. *Journal of Dietary Supplements*. 2018;15(3):365–71.
47. Jawadi AH, Addar AM, Alazzam AS, Alrabieah FO, Al Alsheikh AS, Amer RR, et al. Prevalence of dietary supplements use among gymnasium users. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2017.
48. Naclerio F, Alkhatib A, Jimenez A. Effectiveness of whey protein supplement in resistance trained individuals. *Journal of Sports Medicine & Doping Studies*. 2013;3(3):1–7.
49. Barboza MTV, Silva JCB, Silva WB, Silva CC. O uso de suplementos proteicos e o desenvolvimento de doenças renais crônicas e outras como consequência. *Revista Saúde*. 2016; 10.
50. Tang JE, Moore DR, Kujbida GW, Tarnopolsky MA, Phillips SM. Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *Journal of Applied Physiology*. 2009;107(3):987–92.
51. Maughan RJ. Quality assurance issues in the use of dietary supplements, with special reference to protein supplements. *The Journal of Nutrition*. 2013;143(11):S1843–7.
52. Geyer H, Parr MK, Koehler K, Mareck U, Schänzer W, Thevis M. Nutritional supplements cross-contaminated and faked with doping substances. *Journal of Mass Spectrometry*. 2008;43(7):892–902.
53. Wu G. *Amino Acids: Biochemistry and Nutrition*. Boca Raton: CRC Press. 2010.

54. Santesso N, Akl EA, Bianchi M, Mente A, Mustafa R, Heels-Ansdell D, et al. Effects of higher-versus lower-protein diets on health outcomes: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2012;66(7):780–8.
55. Devries MC, Sithamparapillai A, Brimble KS, Banfield L, Morton RW, Phillips SM. Changes in kidney function do not differ between healthy adults consuming higher-compared with lower- or normal-protein diets: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Nutrition*. 2018;148(11):1760–75.
56. Martin WF, Armstrong LE, Rodriguez NR. Dietary protein intake and renal function. *Nutrition & Metabolism*. 2005;2:25.
57. Fouque D, Laville M, Boissel JP. Low protein diets for chronic kidney disease in non diabetic adults. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2006;(2).
58. Levey AS, Greene T, Sarnak MJ, Wang X, Beck GJ, Kusek JW, et al. Effect of dietary protein restriction on the progression of kidney disease: long-term follow-up of the Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) study. *American Journal of Kidney Diseases*. 2006;48(6):879–88.
59. Friedman AN. High-protein diets: potential effects on the kidney in renal health and disease. *American Journal of Kidney Diseases*. 2004;44(6):950–62.
60. Knight EL, Stampfer MJ, Hankinson SE, Spiegelman D, Curhan GC. The impact of protein intake on renal function decline in women with normal renal function or mild renal insufficiency. *Annals of Internal Medicine*. 2003;138(6):460–7.
61. King AJ, Levey AS. Dietary protein and renal function. *Journal of the American Society of Nephrology*. 1993;3(11):1723–37.
62. Bergström J, Ahlberg M, Alvestrand A. Influence of protein intake on renal hemodynamics and plasma hormone concentrations in normal subjects. *Acta Medica Scandinavica*. 1985;217(2):189–96.
63. Schwingshackl L, Hoffmann G. Comparison of high vs. normal/low protein diets on renal function in subjects without chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*. 2014;9(5):e97656.

64. Juraschek SP, Appel LJ, Anderson CAM, Miller ER. Effect of a high-protein diet on kidney function in healthy adults: Results from the omniheart trial. *American Journal of Kidney Diseases*. 2013;61(4):547–54.
65. So R, Song S, Lee JE, Yoon HJ. The association between renal hyperfiltration and the sources of habitual protein intake and dietary acid load in a general population with preserved renal function: The KoGES study. *PLoS ONE*. 2016;11(11):e0166495.
66. Cirillo M, Lombardi C, Chiricone D, De Santo NG, Zanchetti A, Bilancio G. Protein intake and kidney function in the middle-age population: contrast between cross-sectional and longitudinal data. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2014;29(9):1733–40.
67. Halbesma N, Bakker SJL, Jansen DF, Stolk RP, De Zeeuw D, De Jong PE, et al. High protein intake associates with cardiovascular events but not with loss of renal function. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2009;20(8):1797–804.
68. Levey AS, Becker C, Inker LA. Glomerular filtration rate and albuminuria for detection and staging of acute and chronic kidney disease in adults: A systematic review. *JAMA*. 2015;313(8):837–46.
69. Burodom A. Renal response to egg white protein loading in healthy young adults. *Journal of the Medical Association of Thailand*. 2010;93(7):824–9.
70. Calvez J, Poupin N, Chesneau C, Lassale C, Tomé D. Protein intake, calcium balance and health consequences. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2012;66(3):281–95.
71. Fink HA, Akornor JW, Garimella PS, MacDonald R, Cutting A, Rutks IR, et al. Diet, fluid, or supplements for secondary prevention of nephrolithiasis: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *European Urology*. 2009;56(1):72–80.
72. Taylor EN, Stampfer MJ, Curhan GC. Dietary factors and the risk of incident kidney stones in men: New insights after 14 years of follow-up. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2004;15(12):3225–32.
73. Reddy ST, Wang CY, Sakhaee K, Brinkley L, Pak CYC. Effect of low-carbohydrate high-protein diets on acid-base balance, stone-forming propensity, and calcium metabolism. *American Journal of Kidney Diseases*. 2002;40(2):265–74.

74. Robertson WG, Heyburn PJ, Peacock M, Hanes FA, Swaminathan R. The effect of high animal protein intake on the risk of calcium stone-formation in the urinary tract. *Clinical Science*. 1979;57(3):285–8.
75. Curhan GC, Willett WC, Knight EL, Stampfer MJ. Dietary factors and the risk of incident kidney stones in younger women: . *Archives of Internal Medicine*. 2004;164(8):885–91.
76. Hattori CM, Tiselius HG, Heilberg IP. Whey protein and albumin effects upon urinary risk factors for stone formation. *Urolithiasis*. 2017;45(5):421–8.
77. Aparicio VA, Nebot E, Porres JM, Ortega FB, Heredia JM, López-Jurado M, et al. Effects of high-whey-protein intake and resistance training on renal, bone and metabolic parameters in rats. *The British Journal of Nutrition*. 2011;105(6):836–45.
78. Nguyen QV, Kälin A, Drouve U, Casez JP, Jaeger P. Sensitivity to meat protein intake and hyperoxaluria in idiopathic calcium stone formers. *Kidney International*. 2001;59(6):2273–81.
79. Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, Vargas L, Peacock C. 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*. 2016;13:3.
80. Pomerantz A, Blachman-Braun R, Vital-Flores S, Berebichez-Fridman R, Aguilar-Mendoza JP, Lara-Villalón D. Consumo de suplemento proteico y su posible asociación con daño renal en atletas mexicanos de alto rendimiento. *Revista Medica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2016;54(1):42–7.