

# VÝŽIVOVÉ DOPLNKY

## BIELKOVINY I.



## VÝŽIVOVÉ DOPLNKY

Antidopingová agentúra SR sa predovšetkým zaoberá dopingovými kontrolami, zakázanými látkami, vzdelávaním a prevenciou.

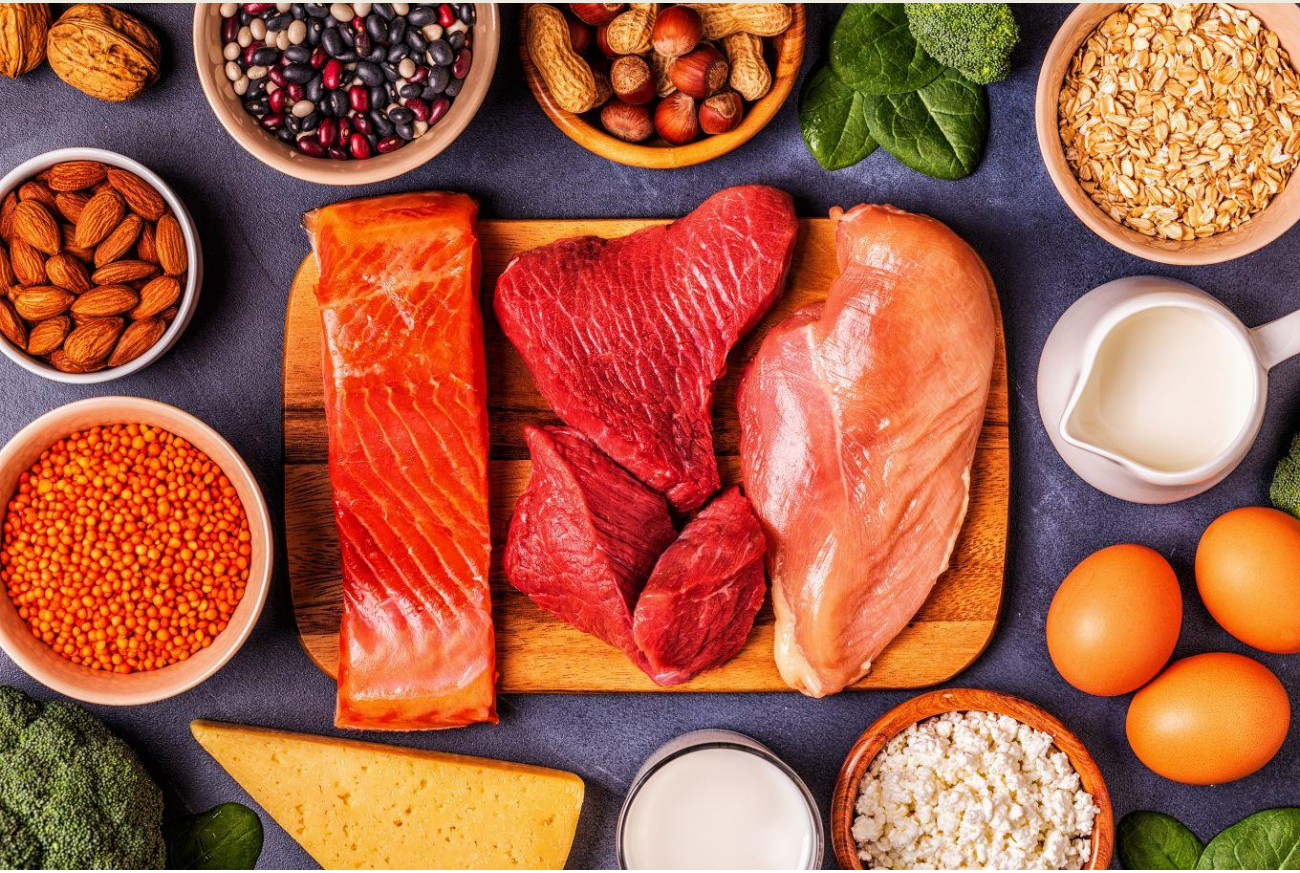
Vzhľadom na naše skúsenosti zo vzdelávacích seminárov a konzultácií sme sa rozhodli spustiť vzdelávací program so zameraním na **výživové doplnky**, v rámci ktorého chceme športovcom ponúknuť stručný prehľad, ako výživové doplnky fungujú a predovšetkým, na čo sú určené.

Určite vás upozorníme aj na možné riziká dopingu spojené s ich užívaním, ale hlavný zámer je informovať o funkčnosti jednotlivých skupín výživových doplnkov.

Budeme sa snažiť nájsť odpoveď na tieto dve otázky:

*Na základe akého mechanizmu účinkujú?  
Aké sú princípy, či úskalia ich užívania?*

Autori: **Mgr. Kristián Slíž, farmaceut (FF UK)**  
**Ing. Tomáš Pagáč, PhD., biochemik (SADA)**



## ČO SÚ TO BIELKOVINY?

Zopár článkov o výžive je za nami, tentokrát sa pozrieme na bielkoviny. Keďže sa jedná o dosť rozsiahlu tému, rozdelili sme si ju na dve časti.

V prvej časti sme sa zamerali na základné informácie, denný príjem bielkovín, ako aj na rozdiely medzi rastlinnými a živočíšnymi zdrojmi bielkovín. V prvom rade je dôležité si uvedomiť, že každý z nás je originál a v rámci výživy ani nie je možné, aby sme sa všetci riadili jednotnými pravidlami.

Taktiež je značný rozdiel vo výžive vrcholového a rekreačného športovca, ako aj v samotnom športe, ktorému sa športovec venuje. Pevne veríme, že 1. časť o bielkovinách vám pomôže lepšie porozumieť výžive, ako aj vyvrátiť niektoré mýty, ktoré už dávno neplatia.

**Bielkoviny** predstavujú jednu z troch základných zložiek výživy športovca. **Sacharidy** a **tuky** sú zdrojom energie pre svalovú prácu, bielkoviny zohrávajú inú, no rovnako dôležitú funkciu.

Ich štruktúra je tvorená viac než stovkou **aminokyselín**, ktoré sú základnými stavebnými a štruktúrnymi jednotkami ľudských buniek. V tomto bode prezradzame ich benefit pre športovcov, bielkoviny napomáhajú ako regenerácii, tak aj rastu kostrového svalstva.

| ZLOŽKY VÝŽIVY | FUNKCIA                                                       |
|---------------|---------------------------------------------------------------|
| sacharidy     | primárny zdroj energie pre svalovú prácu                      |
| tuky          | zdroj energie pre dlhotrvajúcu svalovú prácu nízkej intenzity |
| bielkoviny    | regenerácia a rast kostrového svalstva                        |

## V TOMTO VYDANÍ

KOLKO BIELKOVÍN DENNE?

KOLKO BIELKOVÍN V JEDNEJ DÁVKE?

BEZPEČNOSŤ ZVÝŠENÉHO PRÍJMU BIELKOVÍN

BIELKOVINY

Kol’ko bielkovín denne by mal športovec konzumovať?

Ako pri väčšine otázok týkajúcich sa výživy, jednoznačná odpoveď na túto otázku neexistuje. Každý športovec je jedinečný a má svoje špeciálne nároky na dopĺňanie bielkovín. Vo veľkej miere to ovplyvňuje typ, intenzita a frekvencia športového výkonu, ako aj zdravie, telesná stavba a ciele v telesnej hmotnosti športovca.

Berúc do úvahy všetky spomínané atribúty, ktoré sa môžu z človeka na človeka líšiť, stále dostaneme iba východiskovú hodnotu, ktorú musí športovec či už sám alebo v spolupráci s výživovým poradcom na základe vlastných skúseností upraviť.

Odporúčaná denná dávka bielkovín sa vyjadruje v gramoch na kilogram telesnej hmotnosti športovca (g/kg).

*The American College of Sports Medicine, Academy of Nutrition and Dietetics a Dietitians of Canada* odporúčajú **1,2 – 2,0 g/kg** denne. Uvedené množstvo bielkovín v strave je vhodné pre optimalizáciu regenerácie po fyzickej záťaži, ako aj pre rast kostrového svalstva, v prípade, že je tomu stravovací režim (kalorický nadbytok) športovca prispôbený <sup>(1)</sup>.



*The International Society of Sports Nutrition* odporúča pre rovnaký účel veľmi podobný interval, a to **1,4 – 2,0 g/kg** denne <sup>(2)</sup>. Výsledky dosiaľ najrozsiahlejšej **meta-analýzy** v tejto problematike poukazujú na to, že je rozumnejšie zameriavať sa na vyššie hodnoty spomínaných dvoch intervalov. *Morton a kolegovia* stanovili priemernú hodnotu na **1,6 g/kg** denne, avšak pozorovali, že niektoré subjekty nimi analyzovaných štúdií potrebovali pre rovnakú odozvu organizmu až **2,2 g/kg** denne <sup>(3)</sup>.

| TELESNÁ HMOTNOSŤ (kg) | DOLNÁ HRANICA (g/kg) | HORNÁ HRANICA (g/kg) |
|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 50                    | 60                   | 100                  |
| 60                    | 72                   | 120                  |
| 70                    | 84                   | 140                  |
| 80                    | 96                   | 160                  |
| 90                    | 108                  | 180                  |
| 100                   | 120                  | 200                  |

Tabuľka č. 1: Optimálne množstvo bielkovín pri udržiavaní a zvyšovaní telesnej hmotnosti športovca.

Ľudské telo je neustále v dynamickom stave, čo znamená, že v ňom nepretržite prebieha rozklad organických látok, a to nami už spomínaných bielkovín, tukov a sacharidov. Vzniká tak neustála potreba ich dopĺňania v strave. V prípade, že je ich prijímané množstvo nedostatočné, dochádza k narušeniu energetickej rovnováhy a znižovaniu telesnej hmotnosti športovca. Žiadnou výnimkou nie je kostrové svalstvo, ktorého sa redukcia telesnej hmotnosti týka rovnako. Nedostatok stavebných blokov jednotlivých štruktúr svalových buniek spôsobuje z dôvodu zníženého odporúčaného príjmu bielkovín postupnú stratu svalového objemu.

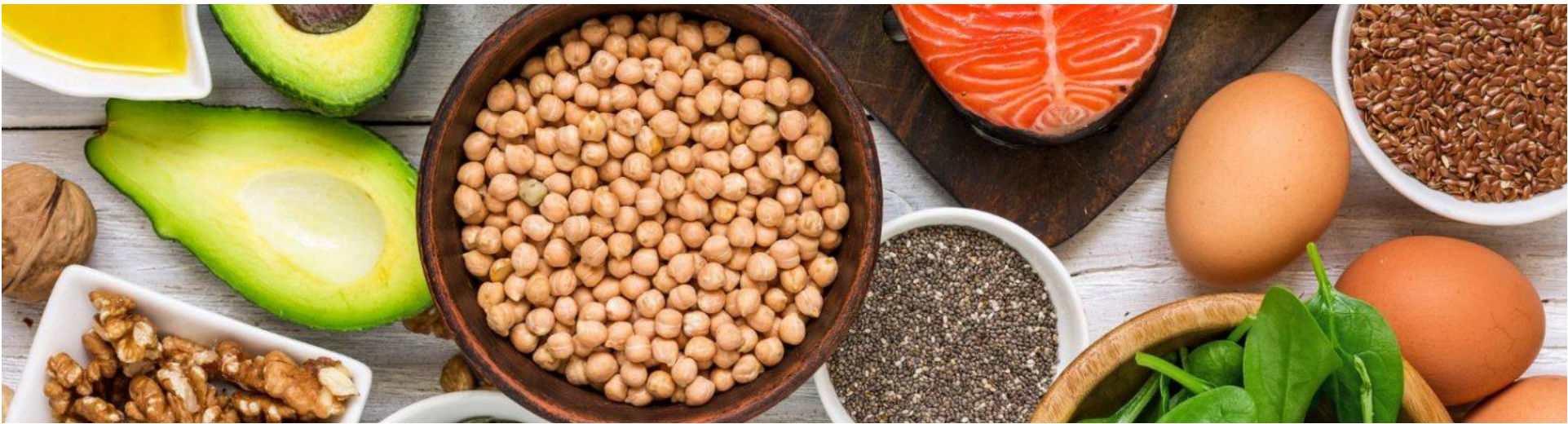
Prehľadový článok *Hectora a Phillipsa* sumarizuje údaje dosiaľ publikovanej literatúry, ktorá sa zaoberá požiadavkami na príjem bielkovín v strave športovca. Zameriava sa špecificky na elitných športovcov, ktorí znižujú svoju telesnú hmotnosť a stanovuje im odporúčaný príjem na **1,6 – 2,4 g/kg** denne. Závažnosť kalorického deficitu, intenzita a frekvencia športového výkonu budú kľúčové pre navigáciu medzi dolnou a hornou hranicou tohto intervalu <sup>(4)</sup>.

| TELESNÁ HMOTNOSŤ (kg) | DOLNÁ HRANICA (g/kg) | HORNÁ HRANICA (g/kg) |
|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 50                    | 80                   | 120                  |
| 60                    | 96                   | 144                  |
| 70                    | 112                  | 168                  |
| 80                    | 128                  | 192                  |
| 90                    | 144                  | 216                  |
| 100                   | 160                  | 240                  |

Tabuľka č. 2: Optimálne množstvo bielkovín pri znižovaní telesnej hmotnosti športovca.

Je dôležité zdôrazniť, že príjem **1,6 – 2,4 g/kg** denne je prospešný pre elitných športovcov s nižším percentom telesného tuku, na rozdiel od bežnej populácie s nadváhou až obezitou, ktorá si pri redukcii telesnej hmotnosti podľa *European Association for the Study of Obesity* vystačí s **1,2 - 1,5 g/kg** denne <sup>(5)</sup>.

# KOLKO BIELKOVÍN BY MAL ŠPORTOVEC KONZUMOVAŤ V JEDNEJ DÁVKE?



V športovej komunite často počúvame názor, že ľudské telo nedokáže absorbovať viac než 30 g bielkovín v jednej dávke. V prvom rade, je dôležité definovať si pojem absorpcia.

Ide o výraz, ktorý v kontexte výživy pomenúva transport živín z tráviaceho traktu do krvi, odkiaľ sa môžu následne distribuovať do miesta ich využitia.

Publikácia *Jacksona a McLaughlina* opisuje skutočný stav a to, že prakticky všetky bielkoviny, ktoré prijímame v strave sú po strávení absorbované z tráviaceho traktu nezávisle na ich množstve <sup>(6)</sup>. Tento mýtus o absorpcii bielkovín pochádza z dvoch zdrojov.

Prvým zdrojom sú štúdie minulého storočia, v ktorých sa počas zvýšeného príjmu bielkovín v strave pozorovala zvýšená hladina dusíka vylúčeného v moči. Toto viedlo k záveru, že podiel nadbytočných bielkovín bol slovom nevyužitý <sup>(7)</sup>.

Dnes však vieme, že biochémia a fyziológia ľudského tela nie je taká jednoduchá. Bielkoviny prijaté v potrave naše telo nevyužíva priamo, ale rozkladá ich na jednotlivé stavebné zložky, ktorými sú aminokyseliny.

Následne tieto aminokyseliny využíva na tvorbu nových bielkovín, ktoré aktuálne potrebuje. Novo-vytvorené bielkoviny mu umožňujú náhradu telu vlastných bielkovín, ktoré boli opotrebovaním poškodené. Z toho vyplýva, že príjem väčšieho množstva bielkovín v strave umožňuje organizmu náhradu väčšieho množstva bielkovín, ktoré boli znehodnotené.

Zvýšené hladiny dusíka v moči u inak zdravých jedincov nereprezentujú nevyužitie bielkovín prijatých v strave, ale naopak rozklad poškodených bielkovín a ich náhradu tými novo-vytvorenými. Inými slovami, pri výmene starého za nové zvýšená tvorba zákonite vyžaduje zvýšený rozklad.

Druhým zdrojom sú štúdie, ktoré sa zamerali špecificky na vzťah medzi rôznym príjmom bielkovín a mierou syntézy svalových proteínov.

**Klinická štúdia Moora a kolegov**, v ktorej zúčastnení konzumovali 0, 5, 10, 20 alebo 40 g vaječných bielkovín po fyzickej záťaži, prišla so záverom, že 20 g vaječných bielkovín dokáže pokryť maximálnu mieru syntézy svalových proteínov <sup>(8)</sup>.

Ďalšia **klinická štúdia Symonsa a kolegov** potvrdila tento koncept, nakoľko konzumácia 90 g bielkovín vo forme 90 % hovädzieho mäsa nepreukázala dodatočný benefit v porovnaní s 30 g, ktoré opäť pokryli maximálnu mieru syntézy svalových proteínov <sup>(9)</sup>.

# FUNKCIA BIELKOVÍN V ĽUDSKOM TELE NEKONČÍ PRI SVALOCH

Napriek týmto zisteniam, náš organizmus nevyužíva bielkoviny prijaté v strave iba pre regeneráciu a tvorbu kostrového svalstva či náhradu opotrebovaných proteínov. Využíva ich taktiež ako zdroj dusíka pre tvorbu dôležitých neproteínových štruktúr, akými sú napríklad puríny a pyrimidíny, z ktorých sa skladajú nukleové kyseliny: DNA a RNA. V skratke, mýtus, že ľudské telo nedokáže absorbovať viac než 30 g bielkovín v jednej dávke je nepravdivý. Náš organizmus absorbuje a využije skôr či neskôr všetky bielkoviny, ktoré do neho vložíme.

Minimálne množstvo bielkovín, ktoré športovec potrebuje v jednej dávke predstavuje **20 – 30 g**, pričom skutočné množstvo bielkovín prijatých v jednej dávke môže byť vyššie. Závisí to jednoducho od počtu a načasovania jednotlivých jedál. Dôležité je, že jednotlivé dávky bielkovín by mali byť počas dňa ideálne rovnomerne rozložené, každé **3 - 4 hodiny**. Dodržanie denného príjmu bielkovín, ako aj celkového množstva kalórií, sa zdá byť, pokiaľ je zámerom športovca podporiť pozitívnu adaptáciu organizmu k jeho športovému režimu, najdôležitejšie <sup>(2)</sup>.

BIELKOVINY

Ako sa líšia jednotlivé zdroje bielkovín v kvalite?

Bielkoviny sú polypeptidy zložené zo 100 a viac aminokyselín. Z biochemického hľadiska má význam 20 aminokyselín, ktoré sa nachádzajú v peptidoch a bielkovinách. Z nutričného hľadiska má význam 9 z nich, ktoré nie sú tvorené v ľudskom organizme a označujeme ich ako **esenciálne**. Patria k nim **leucín, izoleucín, valín, treonín, metionín, fenyľalanín, tryptofán, lyzín** a **histidín**.

Kvalita jednotlivých zdrojov bielkovín pre športovcov sa prakticky definuje ako schopnosť bielkovín podporovať tvorbu svalových proteínov, a tým pádom aj regeneráciu a rast kostrového svalstva. Z literatúry vyplýva, že **živočíšne zdroje bielkovín** obsahujú celé spektrum esenciálnych aminokyselín (kompletný zdroj), a tým pádom sú efektívnejšie v podpore regenerácie a rastu kostrového svalstva po fyzickej záťaži.

Pre **rastlinné zdroje bielkovín** je charakteristické, že v ich štruktúre je veľmi nízke zastúpenie jednej alebo viac esenciálnych aminokyselín (nekompletný zdroj), a tým pádom ťahajú za kratší koniec <sup>(2)</sup>.



Ďalším faktorom určujúcim kvalitu bielkovín je ich stráviteľnosť. Ide o veľmi dôležitý proces, nakoľko nestrávená výživa nemôže byť absorbovaná do krvného obehu, a teda športovcovi nesplní účel, ktorý od nej požaduje.

Živočíšne zdroje bielkovín konštantne vykazujú vyššiu mieru stráviteľnosti v hodnote prevyšujúcej 90 %, pokým rastlinné zdroje bielkovín sa pohybujú v rozmedzí 60 – 80 %.

Nevýhodou rastlinných zdrojov bielkovín je obsah inhibítorov trypsínu, fytátov a tanínov, ktoré negatívne ovplyvňujú trávenie.

Je pravda, že tepelná úprava napomáha k znižovaniu ich koncentrácie, no úplne ich neodstraňuje. Výhodou výživových doplnkov s obsahom rastlinných bielkovín je neprítomnosť spomínaných látok, ktoré sú v procese ich výroby eliminované <sup>(10)</sup>.

AKÝ PRÍSTUP BY MAL TEDA ZVOLIŤ ŠPORTOVEC, KTORÝ JE VEGETARIÁN ČI VEGÁN?

Stratégia, ktorou môžu tieto dve skupiny športovcov prekonať **nepriaznivý profil esenciálnych aminokyselín** v rastlinných zdrojoch bielkovín je veľmi jednoduchá. Môžeme si ju predstaviť ako skladačku, chýbajúce miesto jedného zdroja bielkovín môže zaceliť iba aminokyselina, ktorá do neho zapadá. Ako napríklad, chýbajúce miesto pre lyzín obilnín môžu vyplniť strukoviny, pokým chýbajúce miesto pre metionín strukovín môžu vyplniť obilniny. Vzájomne sa dopĺňajú.



Obrázok č. 1: Konzumácia väčšieho množstva jedného zdroja rastlinných bielkovín <sup>(11)</sup>.



Obrázok č. 2: Konzumácia vzájomne sa dopĺňajúcich zdrojov rastlinných bielkovín <sup>(11)</sup>.

BIELKOVINY

KEĎŽE ESENCIÁLNE AMINOKYSELINY SÚ NOSITEĽOM KVALITY BIELKOVÍN, KTORÉ Z NICH SÚ PRE ŠPORTOVCA NAJDÔLEŽITEJŠIE?



Esenciálne aminokyseliny s rozvetveným reťazcom - leucín, izoleucín a valín – sú notoricky známe ako výživové doplnky nazývané **BCCA** (z angl. *branched chain amino acids*).

Spomedzi spomínaných aminokyselín má pre regeneráciu a rast kostrového svalstva najpriaznivejšie účinky leucín.

Je dôležité pripomenúť, že pre tvorbu bielkovín je potrebný príjem všetkých 9 esenciálnych aminokyselín. V súlade s odporúčaním *International Society of Sports Nutrition*, športovec urobí najlepšie, keď BCAA bude vnímať iba ako doplnok k vyváženému príjmu kompletných zdrojov bielkovín, a nie ako ich plnohodnotnú náhradu <sup>(2)</sup>.

JE PRÍJEM ZVÝŠENÉHO MNOŽSTVA BIELKOVÍN U ŠPORTOVCOV BEZPEČNÝ?

Napriek veľkému množstvu odborných článkov, ktoré demonštrujú bezpečnosť zvýšeného príjmu bielkovín u športovcov, širšia verejnosť má stále obavy predovšetkým o nepriaznivý vplyv na pečeň a obličky.

Antonio a kolegovia publikovali sériu troch výskumov, ktorých výsledky sú pre zodpovedanie našej otázky veľmi zaujímavé. V prvej **klinickej štúdií** (2014) 30 zdravých fyzicky aktívnych subjektov konzumovalo extrémne vysokú dávku **4,4 g/kg** bielkovín denne po dobu 8 týždňov, pričom výsledky ich krvných testov nevykazovali žiadne zmeny v klinických parametroch zdravia <sup>(12)</sup>. Druhá **klinická štúdia** (2016) mala prepracovanejší dizajn, nakoľko 12 zdravým fyzicky aktívnym mužom boli krvné testy vyhodnotené ako pred vysoko-bielkovinovou diétou, tak aj po jej ukončení. Každý zúčastnený sa podrobil protokolu 8 týždňov **2,6 g/kg/deň** a 8 týždňov **viac než 3 g/kg/deň**. Priemerné množstvo prijatých bielkovín počas 16 týždňov bolo **2,9 g/kg/deň** a porovnanie klinických parametrov zdravia pred a po tomto období nezaznamenalo žiadne rozdiely <sup>(13)</sup>. Napokon tretia **klinická štúdia** (2016), ktorá bola jedinečná svojou dĺžkou trvania, potvrdila výsledky ich predchádzajúceho výskumu na 14 zdravých fyzicky aktívnych mužoch, ktorí konzumovali **2,5 – 3,3 g/kg/deň** po dobu 12 mesiacov <sup>(14)</sup>.

BIELKOVINY A ANTIDOPING



V prvej časti nášho článku o bielkovinách sa zatiaľ nevenujeme vyslovene samotným práškovým proteínom, ale skôr vo všeobecnosti ich zdrojom z potravy. Možno vás to prekvapí, ale vo svete športu sa vyskytli prípady, kedy mali športovci pozitívny test na zakázanú látku po konzumácii mäsa.

Konkrétne išlo o pozitívne prípady na látku **klenbuterol**, ktorá sa v niektorých krajinách podáva hospodárskym zvieratám ako látka, ktorá podporuje rast svalovej hmoty. Klenbuterol je anabolická látka, ktorú niektorí športovci zámerne užívali s cieľom zlepšenia športového výkonu, predovšetkým na zvýšenie čistej svalovej hmoty a redukciu tuku. V antidopingovom svete od 1. júna 2019 platí, že ak sa vo vzorke športovca vyskytne koncentrácia klenbuterolu **pod 5 ng/ml**, vyhodnotí sa táto vzorka ako atypická a nález sa vyšetruje sa ako možnosť pôvodu z kontaminovaného mäsa.

BIELKOVINY

KLÚČOVÉ BODY NA ZAPAMÄTANIE

- Bielkoviny napomáhajú regenerácii a rastu kostrového svalstva.
- Odporúčaná denná dávka bielkovín sa pohybuje v rozmedzí **1,2 – 2,0 g/kg/deň**, ak športovec udržiava alebo navyšuje svoju telesnú hmotnosť. *The International Society of Sports Nutrition* odporúča zameriavať sa na hornú hranicu tohto intervalu.
- Nízkokalorická diéta zvyšuje nároky športovca na udržanie objemu svalovej hmoty, a tak by sa jeho denný príjem bielkovín mal zvýšiť na **1,6 – 2,4 g/kg/deň**.
- Konzumácia **20 – 30 g** bielkovín v jednej dávke je dostatočná pre maximalizáciu tvorby svalových proteínov, avšak fyziologická funkcia bielkovín v organizme v tomto bode nekončí, a tak toto množstvo môže športovec vnímať ako spodný limit.
- Jednotlivé dávky bielkovín by mali byť počas dňa rovnomerne rozložené, každé **3 – 4 hodiny**.
- Pokým **živočíšne zdroje** bielkovín sú kompletným zdrojom esenciálnych aminokyselín, **rastlinné zdroje** je potrebné pre dosiahnutie optimálneho stravovacieho plánu vhodne kombinovať.

V nasledujúcom článku o výživových doplnkoch si priblížime rozličné typy proteínových práškov, ich výrobné procesy, ako aj úskalía ich skladovania.



ZDROJE:

(1) Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance [published correction appears in Med Sci Sports Exerc. 2017 Jan;49(1):222]. Med Sci Sports Exerc. 2016;48(3):543-568. doi:10.1249/MSS.0000000000000852

(2) Jäger, R., Kersick, C.M., Campbell, B.I. et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. J Int Soc Sports Nutr 14, 20 (2017). <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>

(3) Morton RW, Murphy KT, McKellar SR, 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 [published correction appears in Br J Sports Med. 2020 Oct;54(19):e7]. Br J Sports Med. 2018;52(6):376-384. doi:10.1136/bjsports-2017-097608

(4) Hector AJ, Phillips SM. Protein Recommendations for Weight Loss in Elite Athletes: A Focus on Body Composition and Performance. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2018;28(2):170-177. doi:10.1123/ijsnem.2017-0273

(5) Mathus-Vliegen EM; Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity. Prevalence, pathophysiology, health consequences and treatment options of obesity in the elderly: a guideline [published correction appears in Obes Facts. 2016;9(1):40]. Obes Facts. 2012;5(3):460-483. doi:10.1159/000341193

(6) Jackson, Anthony & McLaughlin, John. (2009). Digestion and absorption. Surgery (oxford). 27. 231-236. 10.1016/j.mpsur.2009.03.003.

(7) Ruth M. Leverton. Proteins (chapter 5 of Food: The Yearbook of Agriculture 1959). The United States Department of Agriculture. (1959)

(8) L. Hambræus: Protein and amino acids in human nutrition. Elsevier Reference Collection in Biomedical Sciences. (2014)

(9) Moore DR, Robinson MJ, Fry JL, et al. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. Am J Clin Nutr. 2009;89(1):161-168. doi:10.3945/ajcn.2008.26401

(10) Symons TB, Sheffield-Moore M, Wolfe RR, Paddon-Jones D. A moderate serving of high-quality protein maximally stimulates skeletal muscle protein synthesis in young and elderly subjects. J Am Diet Assoc. 2009;109(9):1582-1586. doi:10.1016/j.jada.2009.06.369

(11) Woolf PJ, Fu LL, Basu A. vProtein: identifying optimal amino acid complements from plant-based foods. PLoS One. 2011;6(4):e18836. Published 2011 Apr 22. doi:10.1371/journal.pone.0018836

(12) Antonio J, Peacock CA, Ellerbroek A, Fromhoff B, Silver T. The effects of consuming a high protein diet (4.4 g/kg/d) on body composition in resistance-trained individuals. J Int Soc Sports Nutr. 2014;11:19.

(13) 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. J Int Soc Sports Nutr. 2015;12:39.

(14) 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. J Int Soc Sports Nutr. 2016;13:3.

(15) World Health Organization, Technical report series 935. Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint fao/who/uni expert consultation. 2011.