

VÝŽIVOVÉ DOPLNKY

AMINOKYSELINY II.



VÝŽIVOVÉ DOPLNKY

ÚLOHA AMINOKYSELÍN V PRÍPRAVE ŠPORTOVCA

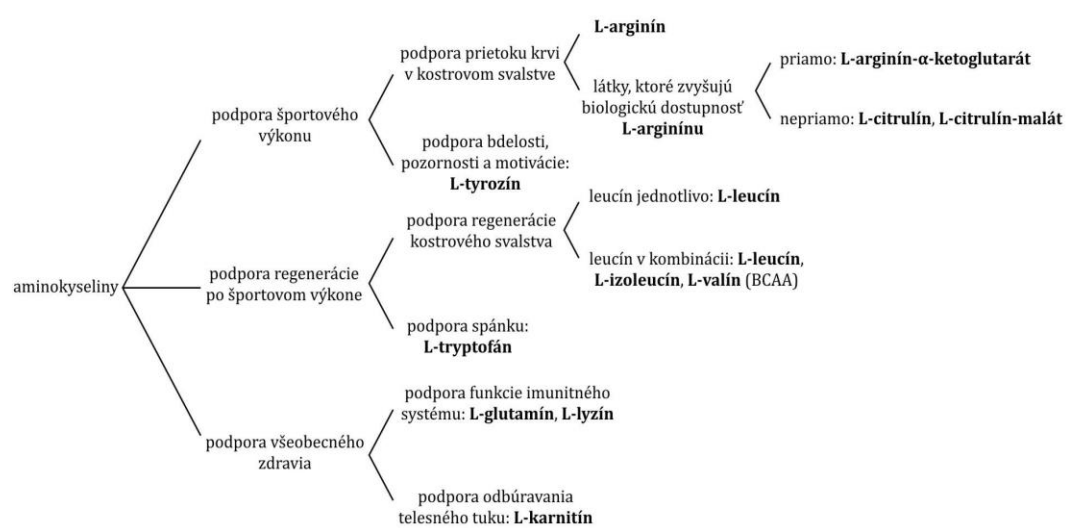
Antidopingová agentúra SR sa predovšetkým zaoberá dopingovými kontrolami, zakázanými látkami, vzdelávaním a prevenciou.

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 dopingov 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?



Prehľad 1: Systematické rozdelenie aminokyselín podľa ich propagovaného biologického účinku u športovcov.

Autori: **Mgr. Kristián Slíž**, farmaceut
(FF UK)

Ing. Tomáš Pagáč, PhD., biochemik
(SADA)

V TOMTO VYDANÍ

**BCAA,
L-TRYPTOFÁN:
REGENERÁCIA**

**L-GLUTAMÍN, L-LYZÍN:
IMUNITA**

**L-KARNITÍN:
ODBÚRAVANIE
TELESNÉHO TUKU**

AMINOKYSELINY

Podpora regenerácie po športovom výkone.

Podpora regenerácie po športovom výkone prostredníctvom perorálneho užívania aminokyselín v práškoch, v kapsulách alebo vo forme roztokov môže prebiehať dvoma mechanizmami:

- podporou regenerácie kostrového svalstva,
- podporou spánku.

Aminokyseliny s vplyvom na regeneráciu kostrového svalstva:**BCAA**

Pojem BCAA (z angl. *branched chain amino acids*) označuje fixnú kombináciu esenciálnych aminokyselín L-leucínu, L-izoleucínu a L-valínu, ktoré sa podieľajú na tvorbe svalových bielkovín a regenerácii kostrového svalstva po fyzickej námahe ⁽¹⁾.

Najdôležitejšou aminokyselinou tejto trojkombinácie je leucín, ktorý v optimálnej dávke (3 - 6 g) funguje ako signálna molekula a aktivuje mTOR komplex 1 (mTORC1) regulujúci syntézu proteínov v kostrovom svalstve ⁽²⁾.

Biologická dostupnosť L-leucínu a BCAA po perorálnom podaní je veľmi dobrá, a tak z uvedených poznatkov môže byť formulovaná hypotéza: príjem L-leucínu alebo BCAA v práškovej forme, vo forme kapsúl alebo vo forme roztokov vedie k zvýšenej tvorbe svalových bielkovín, a tým pádom k regenerácii kostrového svalstva po športovom výkone. *Je však táto hypotéza pravdivá?*

Čiastočnú odpoveď na túto otázku nám prináša prehľadový článok *Roberta R. Wolfe*, v ktorom spracoval všetky dostupné informácie o vplyve BCAA na regeneráciu kostrového svalstva. Výsledkom jeho práce bolo tvrdenie, že pre optimálnu tvorbu svalových bielkovín je potrebný príjem všetkých 9 esenciálnych aminokyselín, a teda samotné BCAA nie sú efektívnym prostriedkom pre zlepšenie regenerácie po fyzickej aktivite ⁽³⁾.

Doplňujúcu informáciu nám poskytuje stanovisko Medzinárodnej spoločnosti pre športovú výživu (ISSN), ktorá odporúča športovcom uprednostniť vyvážený príjem kompletných zdrojov bielkovín (obsahujú všetkých 9 esenciálnych aminokyselín) pred konzumáciou samotných BCAA, ktoré by nemali vnímať ako ich plnohodnotnú náhradu ⁽⁴⁾.

Pre tých, ktorí sa aj napriek tomu rozhodnú pre užívanie BCAA dávame do pozornosti, že tieto aminokyseliny sa môžu vyskytovať vo výživových doplnkoch v rôznych vzájomných pomeroch, a to (i.) 2:1:1, (ii.) 4:1:1 alebo (iii.) 8:1:1, pričom dbať by sme mali najmä na množstvo L-leucínu v jednotlivých dávkach. Inými slovami, etiketa výživových doplnkov môže uvádzať rozličné vzájomné pomery jednotlivých aminokyselín a našou úlohou je skontrolovať si zachovanie optimálneho množstva L-leucínu (3 - 6 g) v jednotlivých dávkach.

Aminokyselina s vplyvom na spánok:**L-TRYPTOFÁN**

L-tryptofán je esenciálna aminokyselina a substrát pre tvorbu neuroprenášača centrálnej nervovej sústavy serotonínu, ktorý okrem nálady a ďalších dôležitých fyziologických mechanizmov serotonínového systému ovplyvňuje aj proces spánku. Serotonín je substrátom pre tvorbu významného hormónu regulujúceho cirkadiálny rytmus striedania dňa a noci melatonínu (Schéma 1) ⁽⁵⁾.

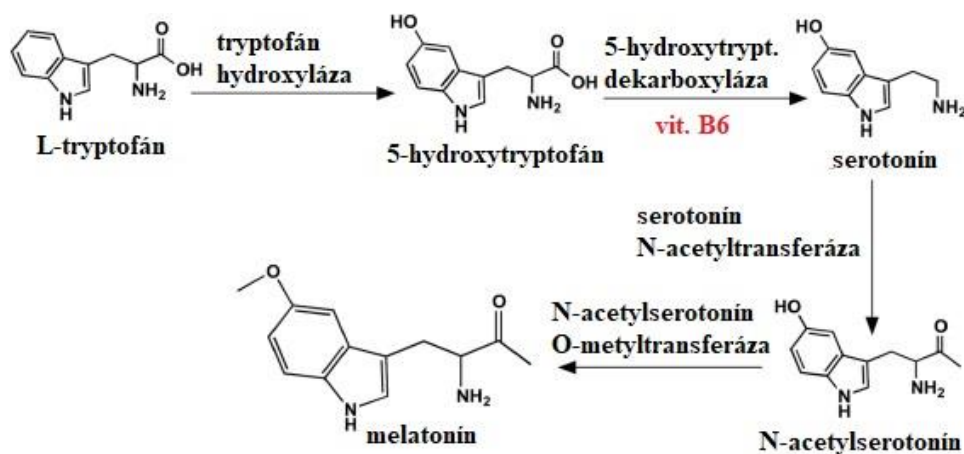


Schéma 1: Tvorba neuroprenášača serotonínu a hormónu melatonínu.

Biologická dostupnosť L-tryptofánu po perorálnom podaní je veľmi dobrá, a tak z uvedených poznatkov môže byť formulovaná hypotéza: príjem L-tryptofánu v práškovej forme alebo vo forme kapsúl vedie k zvýšenej tvorbe serotonínu a následne melatonínu, ktorý spúšťa fyziologické mechanizmy vedúce k spánku; tým pádom je kvalita spánku športovca optimalizovaná, čo sa pozitívne odzrkadlí na regenerácii po športovom výkone. *Je však táto hypotéza pravdivá?*

Čiastočnú odpoveď na túto otázku nám prináša prehľadový článok *Silber a kolegov*, v ktorom boli spracované všetky dostupné informácie o vplyve L-tryptofánu na spánok. Výsledkom ich práce bolo tvrdenie, že pozitívny účinok L-tryptofánu na kvantitu spánku možno preukázať už pri jednorázovej dávke 1 g u pacientov s miernou insomniou (chorobná nespavosť) a zdravých ľudí s akútnym problémom spánkovej latencie (doba nutná na zaspávanie), pričom zlepšenie kvality spánku možno predpokladať až pri vyšších jednorázových dávkach L-tryptofánu presahujúcich 5 g ⁽⁶⁾.

Čo však zdraví športovci, ktorí problém so spánkom nemajú a ich cieľom je zlepšiť regeneráciu po športovom výkone? Prehľadová štúdia *Doherty a kolegov* nám približuje súčasný stav problematiky a zdôrazňuje, že napriek spomínanému potenciálu L-tryptofánu ostáva táto otázka dosiaľ nezodpovedaná a jeho užívanie u zdravých športovcov za účelom zlepšenia kvality spánku je podmienené teoretickými úvahami ⁽⁷⁾.

Pre tých, ktorí sa rozhodnú pre užívanie L-tryptofánu dávame do pozornosti, že táto aminokyselina sa môže vyskytovať vo výživových doplnkoch (i.) jednotlivo; (ii.) v kombinácii s vitamínom B6 (pyridoxín), ktorý je potrebný ako kofaktor pre tvorbu serotonínu (viď Schému 1) alebo (iii.) vo forme jeho metabolitu 5-hydroxy-tryptofánu. Všetky tri typy výživových doplnkov majú potenciál interagovať s liekmi. Ich súčasné užívanie spolu s antidepresívami môže potencovať účinok terapie a zvýšiť riziko nežiadúcich účinkov.

AMINOKYSELINY

Podpora všeobecného zdravia.

Podpora všeobecného zdravia prostredníctvom perorálneho užívania aminokyselín v práškoch, v kapsulách alebo vo forme roztokov môže prebiehať dvoma mechanizmami:

- podporou funkcie imunitného systému,
- podporou odbúravania telesného tuku.

Aminokyseliny s vplyvom na imunitný systém:

L-GLUTAMÍN

L-glutamín je semiesenciálna aminokyselina a zdroj energie pre bunky sliznice tenkého čreva a imunitného systému, zahŕňajúc lymfocyty, monocyty a makrofágy. Aktivita týchto buniek je výrazne ovplyvnená dostupnosťou L-glutamínu, ktorý si nedokáže vytvoriť samé, a tak sú závislé najmä na jeho prísune z kostrového svalstva alebo denného príjmu v potrave. Z toho vyplýva, že deficit L-glutamínu môže vplyvať na permeabilitu tenkého čreva a funkciu imunitného systému ⁽⁸⁾.

Klinicky preukázaný deficit L-glutamínu je častý (i.) u pacientov so závažnými ochoreniami; (ii.) u pacientov po závažných operáciách; a predstavuje rizikový faktor sekundárnej infekcie, ktorá predlžuje ich hospitalizáciu a negatívne vplyva na mieru morbidity a mortality. Zhrnutie publikovaných meta-analýz, v ktorom boli spracované všetky dostupné informácie o terapeutickom vplyve L-glutamínu poukazuje na jeho pozitívny vplyv v tejto časti populácie ⁽⁸⁾.

Čo však zdraví športovci, ktorých cieľom je prostredníctvom L-glutamínu podporiť ich všeobecné zdravie? Marketing výživových doplnkov s obsahom L-glutamínu vychádza z poznatku, že intenzívny tréning môže spôsobiť akútny deficit L-glutamínu a formuluje hypotézu: príjem L-glutamínu v práškovej forme alebo vo forme kapsúl vedie k zvýšenej aktivite buniek imunitného systému; tým pádom je akútny nedostatok L-glutamínu a s ním spojené zhoršenie funkcie imunitného systému u športovca po tréningu odvrátené, čo sa pozitívne odzrkadlí na jeho všeobecnom zdraví. Je však táto hypotéza pravdivá?

Čiastočnú odpoveď na tieto otázky nám prináša meta-analýza *Ahmadi a kolegov*, v ktorej boli spracované všetky dostupné informácie o vplyve L-glutamínu na imunitný systém športovcov. Výsledkom ich práce bolo vyvrátenie tvrdení, že L-glutamín podporuje aktivitu lymfocytov, monocytov a makrofágov u zdravých fyzicky aktívnych ľudí. Navyše, akútny deficit L-glutamínu po intenzívnom tréningu nebol asociovaný so zhoršením funkcie imunitného systému, ako je to známe v prípade závažne chorých pacientov ⁽⁹⁾.

L-LYZÍN

Ďalší príklad vplyvu aminokyselín na imunitný systém predstavuje esenciálna aminokyselina L-lyzín. L-lyzín v práškovej forme alebo vo forme kapsúl určený na podporu funkcie imunitného systému však môže mať význam iba v prípade herpesových vírusových infekcií. Mechanizmus účinku L-lyzínu pri infekciách *herpes simplex* a *herpes labialis* spočíva v antagonistickom pôsobení k L-arginínu, ktorý je potrebný pre rozmnožovanie týchto vírusov ⁽¹⁰⁾.

Vo výživových doplnkoch sa táto aminokyselina často nachádza vo forme soli, ktorou je L-lyzín-hydrochlorid a pre optimálne pôsobenie na rovnováhu L-lyzín/L-arginín pri herpesových infekciách by malo byť jeho užívanie v množstve viac než 3 g doplnené o konzumáciu stravy chudobnej na L-arginín ⁽¹⁰⁾. Znamená to dočasné obmedzenie orechov, semienok, strukovín a obilnín v strave.

Aminokyselina s vplyvom na odbúravanie telesného tuku:

L-KARNITÍN

L-karnitín je neesenciálna aminokyselina, ktorá sa v ľudskom tele vytvára z L-lyzínu a L-metionínu a slúži ako transportér mastných kyselín s dlhým reťazcom do energetického centra bunky mitochondrie ⁽¹¹⁾. Výsledkom tohto procesu je oxidácia mastných kyselín a súčasné uvoľňovanie energie, ktorá sa (i.) zabuduje do fosfátových väzieb adenosín trifosfátu (ATP); (ii.) uvoľní vo forme tepla.

Z uvedených poznatkov môže byť formulovaná hypotéza: príjem L-karnitínu v práškovej forme, vo forme kapsúl alebo v tekutej forme vedie k zvýšeniu oxidácie mastných kyselín, tým pádom športovec odbúrava telesný tuk, čo sa pozitívne odzrkadlí na jeho všeobecnom zdraví. Je však táto hypotéza pravdivá?

Čiastočnú odpoveď na túto otázku nám prináša meta-analýza *Talenezhad a kolegov*, v ktorej boli spracované všetky dostupné informácie o vplyve L-karnitínu na manažment telesnej hmotnosti a telesnej kompozície. Výsledkom ich práce bolo konštatovanie, že L-karnitín mierne podporuje odbúravanie telesného tuku a optimalizovanie telesnej kompozície u ľudí s nadváhou a obezitou. Avšak tento pozitívny vplyv L-karnitínu nepresahuje zmeny dietetických návykov, ktoré predstavujú komplexnejší a udržateľnejší prístup ⁽¹¹⁾.

Čo však zdraví športovci, ktorí netrpia nadváhou ani obezitou? Prehľadový článok Medzinárodnej spoločnosti pre športovú výživu (ISSN) uvádza stanovisko, že L-karnitín nemá výrazný vplyv na manažment telesnej hmotnosti a telesnej kompozície u športovcov, a tým pádom jeho užívanie neodporúča ⁽⁴⁾.

Pre tých, ktorí sa rozhodnú pre užívanie L-karnitínu dávame do pozornosti, že táto aminokyselina sa môže vyskytovať vo výživových doplnkoch (i.) jednotlivo; (ii.) v kombinácii s vitamínom C (kyselina askorbová), B3 (niacín), B6 (pyridoxín) a železom, ktoré sú potrebné ako kofaktory pre jeho tvorbu z L-lyzínu a L-metionínu v našom organizme alebo (iii.) vo forme komplexu, ktorým je L-karnitín L-tartarát.

Zhrnutie mechanizmov účinku jednotlivých aminokyselín:

Aminokyselina	Mechanizmus účinku
L-leucín	substrát pre tvorbu svalových bielkovín, signálna molekula aktivujúca mTORC1 regulujúci tvorbu svalových bielkovín
L-izoleucín	substrát pre tvorbu svalových bielkovín
L-valín	substrát pre tvorbu svalových bielkovín
L-tryptofán	substrát pre tvorbu serotonínu, ktorý je substrátom pre tvorbu melatonínu
L-glutamín	zdroj energie pre bunky sliznice tenkého čreva a imunitného systému
L-lyzín	prirodzený antagonist L-arginínu
L-karnitín	transportér mastných kyselín s dlhým reťazcom do energetického centra bunky mitochondrie

Zdroje:

- (1) Santos CS, Nascimento FEL. Isolated branched-chain amino acid intake and muscle protein synthesis in humans: a biochemical review. *Einstein (Sao Paulo)*. 2019 Sep 5;17(3):eRB4898. DOI: 10.31744/einstein_journal/2019RB4898.
- (2) Drummond MJ, Dreyer HC, Fry CS, Glynn EL, Rasmussen BB. Nutritional and contractile regulation of human skeletal muscle protein synthesis and mTORC1 signaling. *J Appl Physiol* (1985). 2009 Apr;106(4):1374-84. DOI: 10.1152/jappphysiol.91397.2008. Epub 2009 Jan 15.
- (3) Wolfe RR. Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality?. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017;14:30. Published 2017 Aug 22. DOI:10.1186/s12970-017-0184-9.
- (4) Höglund E, Øverli Ø, Winberg S. Tryptophan Metabolic Pathways and Brain Serotonergic Activity: A Comparative Review. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2019 Apr 8;10:158. DOI: 10.3389/fendo.2019.00158.
- (5) Silber, Beata & Schmitt, Jeroen. (2009). Effects of tryptophan loading on human cognition, mood, and sleep. *Neuroscience and biobehavioral reviews*. 34. 387-407. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2009.08.005.
- (6) Tangphao O, Grossmann M, Chalon S, Hoffman BB, Blaschke TF. Pharmacokinetics of intravenous and oral L-arginine in normal volunteers. *Br J Clin Pharmacol*. 1999 Mar;47(3):261-6. DOI: 10.1046/j.1365-2125.1999.00883.x.
- (7) Doherty R, Madigan S, Warrington G, Ellis J. Sleep and Nutrition Interactions: Implications for Athletes. *Nutrients*. 2019 Apr 11;11(4):822. DOI: 10.3390/nu11040822.
- (8) McRae MP. Therapeutic benefits of glutamine: An umbrella review of meta-analyses. *Biomed Rep*. 2017;6(5):576-584. DOI: 10.3892/br.2017.885
- (9) Ramezani Ahmadi A, Rayyani E, Bahreini M, Mansoori A. The effect of glutamine supplementation on athletic performance, body composition, and immune function: A systematic review and a meta-analysis of clinical trials. *Clin Nutr*. 2019 Jun;38(3):1076-1091. DOI: 10.1016/j.clnu.2018.05.001.
- (10) Mailoo VJ, Rampes S. Lysine for Herpes Simplex Prophylaxis: A Review of the Evidence. *Integr Med (Encinitas)*. 2017;16(3):42-46. PMID: 30881246.
- (11) Talenezhad N, Mohammadi M, Ramezani-Jolfaie N, Mozaffari-Khosravi H, Salehi-Abargouei A. Effects of L-carnitine supplementation on weight loss and body composition: A systematic review and meta-analysis of 37 randomized controlled clinical trials with dose-response analysis. *Clin Nutr ESPEN*. 2020 Jun;37:9-23. DOI: 10.1016/j.clnesp.2020.03.008.