

# SPAĽOVAČE TUKOV A ŠPORTOVEC

- *Mgr. Kristián Slíž, Ing. Tomáš Pagáč, PhD.*

## Úvod

Spaľovače tukov propagované za účelom zníženia telesnej hmotnosti sú populárnou skupinou výživových doplnkov. Ich reklama športovcom naznačuje zaručené spaľovanie tukov, podporu energetického metabolizmu a dosiahnutie cieľov v telesnej kompozícii bez rizika nepriaznivého analytického nálezu.

Takto odvážne tvrdenia podnietili potrebu klinického preukázania bezpečnosti a účinnosti spaľovačov tukov u mladých zdravých ľudí, ktorí sú aktívni vo sfére športu. V uplynulom období sa predmetom záujmu stalo definovanie rizika kontaminácie spaľovačov tukov zakázanými látkami. Tento článok predstavuje prierez najdôležitejšími faktami o spaľovačoch tukov, ktoré by mali byť pre telovýchovného lekára, trénera, športovca, ako aj realizačný tím a širšiu verejnosť známe.

## Spaľovače tukov

Spaľovače tukov sú výživové doplnky, ktoré sa používajú pri redukcii telesnej

hmotnosti, na posilnenie metabolizmu tukov a zvýšenie spotreby energie. Jednotlivé produkty sú jednozložkové alebo viaczložkové. Kombinácie obsahových látok predpokladajú ich aditívny vplyv, a teda vyššiu mieru spaľovania telesného tuku [1]. V najväčšom zastúpení sú biologicky účinné látky naznačujúce prírodný pôvod, a to rastlinné stimulanty (kofeín, extrakt zo zeleného čaju a synefrín) a L-karnitín.

## Bezpečnosť spaľovačov tukov

Rastlinné stimulanty sú častokrát mylne považované za neškodné. Je dôležité uvedomiť si, že prírodné nerovná sa bezpečné a sekundárne rastlinné metabolity majú tak isto ako syntetické látky svoje indikácie, kontraindikácie, riziká či nežiaduce účinky.

Napriek tomu, že kofeín je vo všeobecnosti považovaný za bezpečný a dobre tolerovaný, odborná literatúra popisuje príklady jeho akútnej toxicity pri dávke nad 1000 mg/deň [2]. Nežiaduce účinky predávkovania kofeínom môžu vplývať na centrálny nervový systém (nepokoj, nervozita,

dráždivosť, triaška, nespavosť a iné poruchy spánku), srdcovo-cievny systém (zvýšený krvný tlak, búšenie srdca, poruchy srdcového rytmu) a tráviacu sústavu (bolesti brucha, nevoľnosť, zvracanie) [3].

Riziko nežiaducich účinkov nadmerných dávok kofeínu na srdcovo-cievny systém sa pravdepodobne zvyšuje pri súbežnom užívaní synefrínu [4]. Nasir et al. zaznamenali akútny prípad straty vedomia 22-ročnej ženy po užití výživového doplnku s obsahom kofeínu a synefrínu. Príčinu tohto stavu vyhodnotili ako náhlu zmenu krvného tlaku a srdcového rytmu počas fyzickej aktivity asociovanú s nežiaducim účinkom kombinácie kofeínu a synefrínu [5]. Chung et al. popísali podobný prípad hospitalizácie 21-ročnej ženy s poruchou srdca a srdcovej činnosti, ktorá za účelom zníženia telesnej hmotnosti užívala rôzne výživové doplnky s obsahom kofeínu, synefrínu alebo ich kombinácie [6]. Nykamp et al. zaznamenali prípad akútneho infarktu myokardu 55-ročnej ženy, ktorá uviedla ročnú históriu užívania kofeínu, synefrínu a iných spaľovačov tukov [7].



Pokým toxicita kofeínu sa jednotlivito alebo v kombinácii so synefrínom prejavuje najmä pri akútnom predávkovaní, nežiaduce účinky extraktov zo zeleného čaju sú predpokladané pri dlhodobom užívaní epigallokatechínu gallátu v dávke nad 800 mg/deň [8]. Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (*European Food Safety Authority*) vyhodnotil hlásené prípady hepatotoxicity (toxické poškodenie pečene) extraktov zo zeleného čaju a ako rizikový faktor uviedol ich dlhodobé a nadmerné užívanie na prázdny žalúdok (t. j. nalačno) [8].

Toxicita výživových doplnkov s obsahom L-karnitínu nie je známa. Zdá sa, že táto semi-esenciálna aminokyselina je bezpečná ako pri krátkodobom, tak aj pri dlhodobom užívaní. Dôvodom môže byť jej nízka biodostupnosť po perorálnom podaní [9]. Pri jednorazovej dávke nad 1 g L-karnitínu sa z tráviaceho traktu do krvnej cirkulácie absorbuje iba 5-18% [10].

#### Kvalita spaľovačov tukov

Výživové doplnky, ktorých marketing obsahuje tvrdenia, že ide o rastlinné

stimulanty zaručujúce spaľovanie telesného tuku sú označované odbornými autoritami ako rizikové s aspektom na potenciálny nedostatok v ich kvalite v podobe chybného označenia produktu. To znamená, že označenie produktu na etikete nesúhlasí s jeho skutočným obsahom.

Austrálsky inštitút športu (*Australian Institute of Sport*) je medzinárodnou uznávaná vzdelávacia inštitúcia, ktorá v rámci svojho programu pre športovú medicínu vytvorila ABCD klasifikačný systém pre výživové doplnky. Tento systém kategorizuje výživové doplnky podľa ich bezpečnosti, účinnosti a rizika nepriaznivého analytického nálezu. Rastlinné stimulandy propagované za účelom zníženia telesnej hmotnosti zaraďuje do skupiny D. Táto skupina zahŕňa zakázané látky alebo doplnky s vysokým rizikom kontaminácie takýmito látkami [11].

Zaradenie rastlinných stimulandov do rizikovej skupiny výživových doplnkov, pri ktorých užívaní sa športovcom odporúča zvýšená opatrnosť je odpodstatnené. Cohen et al. v spaľovačoch tukov identifikovali prítomnosť zakázaných látok, ktoré neboli uvedené na etikete doplnkov pre

športovcov. Všetky identifikované zakázané látky patrili do skupiny S6. Stimulandy, ktoré sú pre športovcov zakázané počas súťaže. Konkrétne išlo o syntetické sympatomimetiká ako 1,3-DMAA; 1,3-DMBA; 1,4-DMAA a oktodrín [12].

**„Rastlinné stimulandy propagované za účelom zníženia telesnej hmotnosti sú podľa Austrálskeho inštitútu športu zaradené do skupiny D, ktorá zahŕňa zakázané látky alebo doplnky s vysokým rizikom kontaminácie týmito látkami.“**

Identifikácia spomínaných stimulandov vo výživových doplnkoch môže byť pre športovcov obtiažna, nakoľko ich výrobcovia často uvádzajú pod alternatívnymi názvami: **1,3-DMAA** (*1,3-dimethylamylamine, methylhexaneamine, 4-methylhexan-2-amine, geranium oil, geranium extract*); **1,3-DMBA** (*1,3-dimethylbutylamine, 4-methylpentan-2-amine, AMP, AMP citrate, 4-AMP, 4-AMP citrate*); **1,4-DMAA** (*1,4-dimethylamylamine,*

1,4-dimethylpentylamine, 5-methylhexan-2-amine); **oktodrín** (1,5-DMHA, 1,5-dimethylhexylamine, 6-methylhexan-2-amine) [12, 13, 14].

Stajic et al. uvádzajú vysoké riziko kontaminácie spaľovačov tukov ďalšou zakázanou látkou. V tomto prípade ide o trvalo zakázanú látku zo skupiny S3. Beta-2 agonisty, higenamín. Na etikete výživových doplnkov sa môže skrývať pod názvami deklarujúcimi prírodné zloženie viacerých rastlinných druhov ako *Nandina domestica*, *Aconitum carmichaelii*, *Asarum heterotropioides*, *Galium divaricatum*, *Annona squamosa* či *Nelumbo nucifera* [15].

**„Spaľovače tukov boli kontaminované štyrmi zakázanými látkami zo skupiny S6. Stimulanty a jednou zakázanou látkou zo skupiny S3. Beta-2 agonisty.“**

Melinda M. Manore označuje popularitu spaľovačov tukov ako dôsledok rozsiahleho marketingu, ktorý svojimi odvážnymi tvrdeniami naznačuje, že ide o efektívne prostriedky pre dosiahnutie vytúženej redukcie telesnej hmotnosti [16]. Sú však doplnky s obsahom prírodných stimulátov a L-karnitínu bez kontaminácie zakázanými látkami účinné?

- 1,3-DMAA (4-methylhexan-2-amine)
- 1,3-DMBA (4-methylpenta-2-amine)
- 1,4-DMAA (5-methylhexan-2-amine)
- oktodrine (1,5-dimethylhexylamine)
- higenamine

Prehľad 2: Zoznam nedeklarovaných zakázaných látok identifikovaných v spaľovačoch tukov.

**Účinnosť spaľovačov tukov**

Kofeín je purínový alkaloid triedy xantínov, ktorý obsahujú viaceré rastlinné druhy, najmä však *Coffea arabica* (Kávovník arabský), *Coffea canephora* (Kávovník robusta), *Paulinia cupana* (Paulínia nápojová, tzv.

guarana), *Camellia sinensis* (Čajovník čínsky, tzv. čaj) či *Ilex paraguariensis* (Cezmína paraguajská, tzv. maté).

Na ľudský organizmus má množstvo biologických účinkov, pričom tým najznámejším je jeho psychostimulačný efekt, pre ktorý sa radí medzi stimulanty. Adenozín je nukleozid, ktorý sa považuje za významnú látku regulácie cirkadiálneho rytmu striedania dňa a noci. Adenozín po väzbe na adenozínové receptory znižuje neuronálnu aktivitu, a tým navodzuje únavu a spánok. Kofeín blokuje väzbu adenozínu na adenozínové receptory a preto sa používa na zmiernenie vyčerpania, zvýšenie bdelosti a podporu sústredenia sa [1, 2, 16].

Psychostimulačný efekt kofeínu zahŕňa aj vplyv na sympatikový nervový systém. Ten riadi vôľou nepodmienené biologické procesy v životných situáciách spojených so zvýšenou fyzickou a/alebo psychickou námahou. Jeho kofeínom-indukovaná aktivácia je dôsledkom (i.) inhibície aktivity enzýmu fosfodiesterázy v bunkách (enzým rozkladajúci cAMP, t. j. sekundárny posol, ktorý je po väzbe ligandu na adrenergne receptory zodpovedný za priebeh signálnych kaskád vedúcich k stimulačnému alebo inhibičnému biologickému účinku); (ii.) stimulácie uvoľňovania noradrenalínu v nervových zakončeníach; (iii.) a zvýšenia tvorby adrenalínu v dreni nadobličiek. Tento navodený stav pozornosti, napätia a ostražitosti ovplyvňuje energetický metabolizmus: zvyšuje uvoľňovanie mastných kyselín, spotrebu energie a termogenézu [1, 2, 16].

Extrakt zo zeleného čaju (nefermentované listy *Camellia sinensis*) obsahuje okrem kofeínu aj synergicky pôsobiace triesloviny triedy katechínov. V najväčšom zastúpení je polyfenolový flavonoid epigallokatechín gallát, ktorý (i.) inhibuje aktivitu enzýmu COMT: výsledkom je predĺžené pôsobenie noradrenalínu v synaptickej štrbine; (ii.) stimuluje aktivitu sympatikového nervového systému: výsledkom je zvýšená  $\beta$ -oxidácia mastných kyselín; (iii.) a inhibuje aktivitu enzýmového komplexu syntázy mastných kyselín:

výsledkom je potlačená tvorba tukov [1, 2, 16].

Synefrín je rastlinný alkaloid, ktorý sa nachádza v extraktoch z plodov *Citrus aurantium* (Pomarančovník horký). Vzťah jeho chemickej štruktúry k biologickému účinku napovedá, že má nízku afinitu voči adrenergným receptorom, a tak na rozdiel od kofeínu a extraktu zo zeleného čaju nepôsobí ako stimulant kardiovaskulárneho systému. Metabolizmus tukov ovplyvňuje mechanizmom, ktorý spočíva vo väzbe na  $\beta$ -3 receptory sympatikového nervového systému. Tie sú lokalizované v tukovom tkanive a ich aktiváciou sa zvyšuje uvoľňovanie mastných kyselín, spotreba energie a termogenéza [1, 2, 16, 17].

L-karnitín je semi-esenciálna aminokyselina prítomná v kostrovom svalstve nášho organizmu, ktorú získavame 75% v strave (červené mäso, mliečne výrobky) a 25% biosyntézou v pečeni. Na bunkovej úrovni viaže mastné kyseliny s dlhým reťazcom a transportuje ich cez polopriepustnú membránu energetického centra bunky mitochondrie. Tento krok je dôležitý pre zvýšenie oxidatívnej kapacity kostrového svalstva, t. j. celkového množstva energie, ktoré je možné v rámci svalovej práce spotrebovať alebo uvoľniť vo forme tepla [1, 2, 16].

**„Spaľovače tukov sú podľa Medzinárodného olympijského výboru zaradené do skupiny výživových doplnkov, ktorých užívanie nie je založené na vedeckých dôkazoch.“**

Uvedené mechanizmy účinku vybraných spaľovačov tukov vyplývajú z in vitro (izolované bunkové línie) a/alebo in vivo (animálne modely či vybraná skupina populácie: obézni pacienti) vedeckých štúdií. Napriek tomu, že tieto pozorovania sa nevzťahujú na mladých, zdravých, fyzicky aktívnych ľudí, marketing výživových doplnkov obsahuje tvrdenia, ktoré naznačujú ich zaručený benefit aj pre športovcov.

## Spalovače tukov a športovec: 6 kľúčových bodov

- I. Spalovače tukov sú výživové doplnky, ktoré sa používajú pri redukcii telesnej hmotnosti, na posilnenie metabolizmu tukov a zvýšenie spotreby energie.
- II. Najpoužívanejšie obsahové látky v spalovačoch tukov sú rastlinné stimulanty (kofeín, extrakt zo zeleného čaju a synefrín) a L-karnitín.
- III. Rastlinné stimulanty sú často mylne považované za neškodné. Je dôležité uvedomiť si, že prírodné nerovná sa bezpečné a sekundárne rastlinné metabolity majú tak isto ako syntetické látky svoje indikácie, kontraindikácie, riziká či nežiaduce účinky.
- IV. Austrálsky inštitút športu zaraďuje rastlinné stimulanty propagované za účelom zníženia telesnej hmotnosti do rizikovej skupiny výživových doplnkov, ktorá zahŕňa zakázané látky alebo doplnky s vysokým rizikom kontaminácie týmito látkami.
- V. Analýza výživových doplnkov označených ako spalovače tukov odhalila, že boli kontaminované štyrmi zakázanými látkami zo skupiny S6. Stimulanty a jednou zakázanou látkou zo skupiny S3. Beta-2 agonisty, ktoré neboli uvedené na etikete
- VI. Medzinárodný olympijský výbor zaraďuje spalovače tukov do skupiny výživových doplnkov, ktorých užívanie nie je založené na vedeckých dôkazoch.

Odpoveďou na tieto odvážne tvrdenia je stanovisko IOC (*International Olympic Committee*), ktorý posudzuje doplnky pre športovcov podľa miery ich preukázanej účinnosti. Spalovače tukov zaraďuje do skupiny výživových doplnkov, ktorých užívanie nie je založené na vedeckých dôkazoch [18].

### Účinnosť spalovačov tukov: otázky a odpovede

*Je možné spalovače tukov na báze kofeínu užívať dlhodobo?*

Kofeín môže prispievať k akútnemu zvýšeniu uvoľňovania mastných kyselín, spotreby energie a termogenézy. Tieto účinky neboli preukázané pri jeho dlhodobom užívaní. Dôvodom môže byť rozvoj tolerancie a z nej vyplývajúca potreba zvyšovania dávky kofeínu pre dosiahnutie rovnakého biologického účinku. Táto stratégia by v konečnom dôsledku mohla zvyšovať riziko predávkovania kofeínom, keďže spalovače tukov často obsahujú vysokú dávku kofeínu a jeho denný príjem vo forme kávy či zeleného čaju je v populácii bežný [16].

*Dokáže príjem L-karnitínu vo výživových doplnkoch skutočne zvýšiť prirodzené odbúravanie tukov?*

Príjem L-karnitínu v strave (červené mäso, mliečne výrobky) je dostatočný pre naplnenie dopytu nášho organizmu po tomto transportérovi mastných kyselín s dlhým reťazcom v bunkách kostrového svalstva.

Príjem L-karnitínu vo výživových doplnkoch je tým pádom nadbytočný. Výskum dosiaľ nepreukázal, že by spalovače tukov na báze L-karnitínu zvyšovali hladinu L-karnitínu v kostrovom svalstve. Dôvodom môže byť jeho nízka biodostupnosť po perorálnom podaní (menej než 20%). Navyše, aj keby sa hladina

L-karnitínu v kostrovom svalstve po užití spalovačov tukov zvyšovala neznamená to, že by sa zákonite zvýšila oxidácia mastných kyselín s dlhým reťazcom nad fyziologickú úroveň [16].

### Záver

Výživové doplnky, ktorých marketing obsahuje tvrdenia, že ide o rastlinné stimulanty zaručujúce spaľovanie telesného tuku sú pre športovcov rizikové s aspektom na potenciálny nedostatok v ich kvalite v podobe chybného označenia produktu. To znamená, že označenie produktu na etikete nesúhlasí s jeho skutočným obsahom.

Riziko kontaminácie výživových doplnkov s obsahom rastlinných stimulátov zakázanými látkami bolo preukázané v odborných akademických laboratóriách. V spalovačoch tukov boli identifikované nedeklarované syntetické stimulanty (1,3-DMAA; 1,3-DMBA; 1,4-DMAA a oktodrín) a beta-2 agonista (higenamín). Športovci sú podľa Pravidla *prísnej zodpovednosti* osobne zodpovední zabezpečiť, aby žiadna látka zo *Zoznamu zakázaných*

*látok* nevnikla do ich tela. Preto im pri užívaní tejto skupiny výživových doplnkov odporúčame zvýšenú opatrnosť.

### Zdroje

[1] Jeukendrup AE, Randell R. Fat burners: nutrition supplements that increase fat metabolism. *Obes Rev.* 2011 Oct;12(10):841-51. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2011.00908.x.

[2] Žiga Jakopin. Risks associated with fat burners: A toxicological perspective. *Food and Chemical Toxicology.* Volume 123. 2019. Pages 205-224. ISSN 0278-6915. DOI: 10.1016/j.fct.2018.10.051.

[3] <https://www.adc.sk/databazy/produktu/spc/peyona-20-mg-ml-953233.html>

[4] Dutch National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) (2017). Risk assessment of synephrine. RIVM Report 2017-0069. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2017-0069.pdf>

[5] Nasir et al. (2004). Exercise-induced syncope associated with QT prolongation and ephedra-free Xenadrine. *Mayo Clinic Proceedings*, 79, 1059-1062.

[6] Chung et al. Synephrine-containing dietary supplement precipitating apical ballooning syndrome in a young female. *The Korean Journal of Internal Medicine*, 28, 356-360.

- [7] Nykamp et al. Possible association of acute lateral-wall myocardial infarction and bitter orange supplement. *Ann Pharmacother.* 2004 May;38(5):812-6. DOI: 10.1345/aph.1D473.
- [8] EFSA ANS Panel (EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food), Younes et al. 2018. Scientific Opinion on the safety of green tea catechins. *EFSA Journal* 2018;16(4):5239, 89 pp. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5239.
- [9] EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP); Scientific Opinion on the safety and efficacy of l-carnitine and l-carnitine l-tartrate as feed additives for all animal species based on a dossier submitted by Lonza Benelux BV. *EFSA Journal* 2012; 10 (5):2676. [23 pp.] DOI:10.2903/j.efsa.2012.2676.
- [10] Evans, A.M., Fornasini, G. Pharmacokinetics of L-Carnitine. *Clin Pharmacokinet* 42, 941-967 (2003). DOI: 10.2165/00003088-200342110-00002.
- [11] <https://www.ais.gov.au/nutrition/supplements>
- [12] Cohen et al. Four experimental stimulants found in sports and weight loss supplements: 2-amino-6-methylheptane (octodrine), 1,4-dimethylamylamine (1,4-DMAA), 1,3-dimethylamylamine (1,3-DMAA) and 1,3-dimethylbutylamine (1,3-DMBA). *Clin Toxicol (Phila)*. 2018 Jun;56(6):421-426. DOI: 10.1080/15563650.2017.1398328.
- [13] <https://www.opss.org/dietary-supplement-ingredients-prohibited-department-defense>
- [14] [https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2021list\\_en.pdf](https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2021list_en.pdf)
- [15] Stajić et al. Determination of higenamine in dietary supplements by UHPLC/MS/MS method. *J Pharm Biomed Anal.* 2017 Nov 30;146:48-52. DOI: 10.1016/j.jpba.2017.08.017.
- [16] Manore MM. Dietary supplements for improving body composition and reducing body weight: where is the evidence? *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2012 Apr;22(2):139-54. DOI: 10.1123/ijsnem.22.2.139.
- [17] Fugh-Berman A, Myers A. Citrus aurantium, an ingredient of dietary supplements marketed for weight loss: current status of clinical and basic research. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2004 Sep;229(8):698-704. DOI: 10.1177/153537020422900802.
- [18] Maughan et al. IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018 Mar 1;28(2):104-125. DOI: 10.1123/ijsnem.2018-0020.

**Mgr. Kristián Slíž,**  
**farmaceut (FaF UK)**

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