

VÝŽIVOVÉ DOPLNKY

KREATÍN



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 úskalía ich užívania?*

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



JE KREATÍN ÚČINNÝ?

Výživové doplnky sú potraviny na doplnenie prirodzenej stravy. Sú koncentrovanými zdrojmi živín, ako vitamíny a minerálne látky, alebo iných látok s výživovým alebo fyziologickým účinkom, jednotlivito alebo v kombinácii ⁽¹⁾. Právny predpis, *Zákon č. 362/2011 Z. z. o liekoch a zdravotníckych pomôckach a o zmene a doplnení niektorých zákonov*, definuje požiadavku na **bezpečnosť**, **kvalitu** a **účinnosť** liekov. Výživové doplnky status lieku nemajú, a tak od nich legislatíva formálne vyžaduje „iba“ preukázanie **bezpečnosti**. Výsledkom tohto nastavenia je trh plný falošného marketingu a s ním spojených vysokých cien. *Nachádza sa na trhu výživový doplnok pre športovcov, ktorý by svojou preukázanou **účinnosťou** z tejto záplavy účelových tvrdení vyčnieval?*

Kreatín je najlepšie preskúmaným športovým výživovým doplnkom na trhu. Viac než 700 štúdií na ľuďoch preskúmalo nielen jeho bezpečnosť, ale aj jeho účinnosť.

Čo je kreatín? Akú má funkciu v ľudskom tele? Je dôležité túto látku dopĺňať prostredníctvom výživových doplnkov? Snažili sme sa zhrnúť fakty, ktoré sa odvolávajú na vedecké štúdie. Mnoho ľudí, odborníkov, ale aj samotných športovcov má na kreatín svoj názor. Pre nás je dôležité vysvetliť, ako kreatín funguje a čo od jeho užívania očakávať.

V TOMTO VYDANÍ

BIOLOGICKÝ
ÚČINOK KREATÍNU

DÁVKOVANIE
KREATÍNU

ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ
KREATÍNU

KREATÍN

Ide o výživový doplnok, ktorého sa falošný marketing netýka vôbec?

Nie. Zdrojom zväčša nepodložených tvrdení o kreatíne sú jeho „nové“ formy, ktoré deklarujú lepšie fyzikálne a chemické vlastnosti, ako aj biologický účinok v porovnaní s jeho pôvodnou formou kreatín monohydrátom.

Jäger a jeho kolegovia analyzovali širokú škálu „nových“ foriem kreatínu, zahrňajúc bezvodý kreatín, kreatín etylester, kreatín malát (3:1), kreatín metylester HCl, kreatín citrát (3:1), kreatín malát (2:1), kreatín pyruvát, kreatín α-amino butyrát, kreatín α-ketoglutarát, kreatín fosfát sodný, kreatín taurinát, kreatín pyroglutamát, kreatín ketoizokaproát, kreatín orotát (3:1), kreatín dekanoát a kreatín glukonát.

Napriek odvážnym tvrdeniam propagujúcim tieto „nové“ formy kreatínu, analýza nepreukázala zlepšenie bezpečnosti a účinnosti výživového doplnku. Navyše, pokým status kreatín monohydrátu je podložený veľkým množstvom štúdií, o týchto „nových“ formách sa to v tomto momente tvrdiť nedá ⁽²⁾.



Kreatín.
Zdroje a zásoby.

Kreatín sa skladá z troch aminokyselín navzájom prepojených peptidovou väzbou. Práve preto je klasifikovaný ako tripeptid.

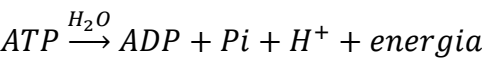
Ide o prirodzenú látku, ktorú náš organizmus získava zo stravy (exogénny zdroj), no dokáže si ju vytvoriť aj sebestačne (endogénny zdroj). Až 95 % kreatínu v ľudskom tele nachádzame v kostrovom svalstve: 2/3 vo forme **kreatínfosfátu** (PCr) a 1/3 vo forme neviazaného kreatínu (Cr). Celková zásoba kreatínu (PCr + Cr) v kostrovom svalstve predstavuje v **priemere** 120 mmol/kg FFM (z angl. *fat free mass*: podiel hmotnosti bez tuku), avšak **horná hranica** predstavuje u väčšiny jedincov až 160 mmol/kg FFM.

Endogénnymi producentami sú pečeň a obličky, ktoré v kaskáde biochemických reakcií transformujú aminokyseliny arginín, glycín a metionín do výslednej podoby kreatínu. Najvyšší obsah kreatínu spomedzi exogénnych zdrojov má surové hovädzie mäso, približne 1 g kreatínu na 200 g mäsa. Pri jeho tepelnej úprave však dochádza k denaturácii kreatínu, a tak bežná nutrične vyvážená strava poskytuje „iba“ 1-2 g kreatínu denne. Pri takomto príjme je nasýtenie zásob kreatínu v kostrovom svalstve preukázané na hodnotu 60-80 %. Užívanie kreatínu vo forme výživového doplnku slúži na dodatočné nasýtenie zásob o zvyšných 20-40 %, a teda dosiahnutie optimálneho stavu ⁽³⁾.

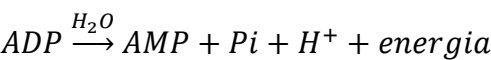
KREATÍN: BIOLOGICKÝ ÚČINOK

Priblížili sme si vhodnú formu kreatínu vo výživových doplnkoch, ako aj základnú definíciu jeho charakteru a zdrojov, ktoré nám ho poskytujú. Čo je však podstatou jeho biologického účinku? Odpoveď nachádzame v molekule **adenozíntrifosfátu (ATP)**.

ATP je primárnym zdrojom energie pre prácu kostrového svalstva. Mechanizmus uvoľňovania energie z molekuly ATP spočíva v hydrolýze fosfátových väzieb. Ide o rozkladnú reakciu, pri ktorej voda štiepi molekulu ATP. Produktom je adenosíndifosfát (ADP), anorganický fosfát (Pi), vodíkový kation H⁺ a energia.



ADP sa môže za prítomnosti ďalšej molekuly vody štiepiť rovnakým princípom na adenosínmonofosfát (AMP), anorganický fosfát (Pi), vodíkový kation H⁺ a ďalšiu energiu.

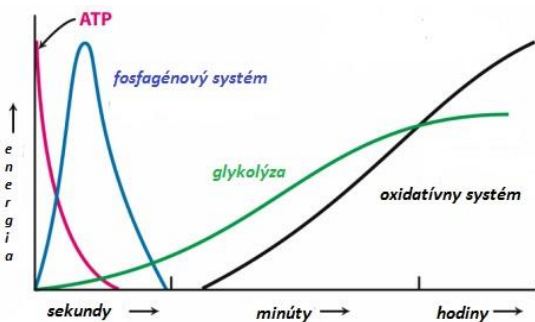


Vysoké energetické nároky na bunky kostrového svalstva počas telesnej aktivity si vyžadujú nepretržité dopĺňanie energie prostredníctvom molekúl ATP. Existujú 3 biologické energetické systémy, ktoré spĺňajú tento účel:

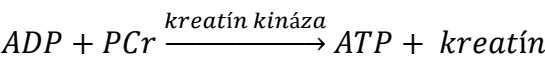
- a. fosfagénový systém,
- b. glykolýzu,
- c. oxidatívny systém.

Všetky tri energetické systémy sú aktívne súbežne. Miera ich aktuálneho využitia v priebehu telesnej aktivity závisí primárne od intenzity práce a sekundárne od dĺžky jej trvania.

Obrázok č. 1: Porovnanie jednotlivých biologických energetických systémov na základe dĺžky trvania svalovej práce



V kontexte kreatínu nás bude zaujímať fosfagénový systém, ktorý dopĺňa zásobu ATP primárne pre krátko trvajúce aktivity s vysokou intenzitou a je aktívny pri štarte akejkoľvek aktivity nezávisle od intenzity. Prebieha v sarkoplazme buniek kostrového svalstva a jeho aktivita je závislá na koncentrácii východiskovej látky pre priebeh tzv. *kreatín kinázovej reakcie*, ktorou je **kreatínfosfát (PCr)**. *Kreatín kináza* je enzým, ktorý katalyzuje (urýchľuje) priebeh tejto reakcie. Za normálnych podmienok je v sarkoplazme buniek kostrového svalstva koncentrácia PCr 4 až 6 násobne vyššia ako koncentrácia ATP. Preto ho bunka využíva na rýchlu obnovu energie, prostredníctvom nasledovnej reakcie:



Fosfagénový systém poskytuje energiu pre krátko trvajúce aktivity s vysokou intenzitou dvomi spôsobmi:

- a. priamo: štiepením vysoko energetickej fosfátovej väzby PCr,
- b. nepriamo: regeneráciou zásoby ATP.

Z uvedených informácií jednoznačne vyplýva biologický účinok kreatínu na biochemickej úrovni. Zásoba PCr v sarkoplazme buniek kostrového svalstva má zásadný vplyv na jeho efektivitu pri krátko trvajúcich aktivitách s vysokou intenzitou, ako aj na začiatku akejkoľvek aktivity.



ERGOGÉNNY ÚČINOK KREATÍNU

Kreatín je jedným z mála výživových doplnkov, ktoré majú podložený *ergogénny účinok*. Tento pojem prináleží výživovým doplnkom, ktoré môžu priamo prispievať k zlepšeniu fyzickej výkonnosti.

Ergogénne benefity kreatínu vychádzajú z jeho spomínaného biochemického účinku, a teda zvýšenej dostupnosti kreatínu a kreatínfosfátu v sarkoplazme buniek kostrového svalstva. Medzi dokázané tvrdenia o kreatíne patrí zvýšenie cvičebnej kapacity a adaptácie k tréningovému programu u športovcov.

Tento pozitívny vplyv im umožňuje vykonávať viacero opakovaní v jednotlivých sériách rôznych cvičení, čoho dôsledkom sú v priebehu času zlepšenia v sile a objeme kostrového svalstva, ako aj v celkovej fyzickej výkonnosti. Medzi ďalšie pozitívne vplyvy kreatínu na zvýšenie kvality tréningového procesu patria: zlepšenie aeróbnej kapacity, zvýšenie anaeróbného prahu, zlepšenie regenerácie po fyzickej aktivite a zníženie rizika športového zranenia ⁽³⁾.

Užívanie kreatínu ako výživového doplnku je primárne odporúčané ako *ergogénny prostriedok* pre silové športy (vzpieranie, silový trojboj) alebo športovcov, ktorých záťaž zahŕňa opakujúce sa intervaly maximálnej miery zaťaženia, ako napr. futbal, americký futbal, hokej, tenis, basketbal, bojové športy a pod ⁽³⁾.

Výskum *Kreidera*, v ktorom zhodnotil 300 dostupných štúdií zaoberajúcich sa *ergogénnym účinkom* kreatínu preukázal schopnosť tohto výživového doplnku zlepšiť maximálnu silu o pôsobivých 5-15 % ⁽⁴⁾. Pre elitných športovcov toto číslo predstavuje významný posun ako tréningového, tak aj súťažného úsilia.

KREATÍN

Dávkovanie a jeho rôzne stratégie

Priblížili sme si biologický účinok kreatínu na biochemickej úrovni a taktiež vo svetle priameho výskumu na športovcoch. *Aké je však jeho odporúčané dávkovanie? Kedy je vhodné ho užívať?*

Užívanie kreatínu môžeme rozdeliť na dve stratégie, pričom výsledný účinok každej z nich je rovnaký.

Pre dosiahnutie nasýteného stavu zásob kreatínu (PCr + Cr) môžeme kreatín užívať v dávke **5 g** – pravidelný odstup jednotlivých dávok kreatínu, **5 g – 5 g – 5g**, a teda **20 g** denne rozdelených do **štyroch jednotlivých** dávok po dobu **5-7 dní**. avšak pri užívaní **5 g/deň** načasovanie prestáva hrať zásadnú rolu. Nastolenú optimálnu hladinu kreatínu následne udržiavame dávkou **5 g** kreatínu denne.

Pre dosiahnutie nasýteného stavu zásob kreatínu (PCr + Cr) môžeme kreatín taktiež užívať v dávke **5 g/deň** po dobu **28 dní** ⁽³⁾.

Častá otázka „*Je vhodné užívať kreatín pred tréningom alebo po tréningu?*“ má tak jednoznačnú odpoveď: *Nezáleží na tom.*



Kreatín.
Môžeme ho užívať dlhodobo?

Ďalšou otázkou, ktorá sa vynára vo svetle odporúčaného dávkovania je bezpečnosť dlhodobého užívania kreatínu. *Nájdeme v literatúre niekoho, kto by sa ju pokúsil zodpovedať?*

Kreider a kolegovia v klinickej štúdii sledovali *klinické markery* zdravých futbalistov počas intenzívnej tréningovej prípravy. Výskumnú vzorku tvorilo 98 športovcov, ktorých rozdelili do dvoch skupín. Skupina A užívala kreatín v súlade s prvou spomínanou stratégiou, a teda *nasycovacia fáza* počas prvých 5 dní (15.75 g kreatínu/deň) a následne udržiavacia fáza po zbytok času (5 g kreatínu/deň). Skupina B užívala placebo. Časový interval pozorovania futbalistov predstavoval **21 mesiacov**. Výsledky zaznamenané analýzou *klinických markerov* nám naznačujú, že dlhodobé užívanie kreatínu nemá negatívny vplyv na zdravie športovcov ⁽⁵⁾.

KREATÍN

JE KREATÍN BEZPEČNÝ

Od vstupu kreatín monohydrátu na trh (začiatkom 90-tych rokov) bolo vykonaných viac než 1000 štúdií zaoberajúcich sa bezpečnosťou užívania tohto výživového doplnku.

Jediným konzistentným nežiaducim účinkom, ktorý bol zaznamenaný je priberanie na telesnej váhe. Z dostupnej literatúry opisujúcej jeho krátkodobý, ako aj dlhodobý účinok vyplýva, že užívanie kreatín monohydrátu nielenže nenesie zdravotné riziko, ale naopak môže poskytovať širokú škálu zdravotných benefitov ⁽³⁾.

Práve preto, po preukázaní ergogénneho účinku kreatín monohydrátu v športe, prešlo zameranie vedcov na jeho terapeutický potenciál. Dnes prebieha intenzívny výskum účinku kreatín monohydrátu pri neurodegeneratívnych ochoreniach akými sú svalová dystrofia, amyotrofická laterálna skleróza, Parkinsonova choroba, či Alzheimerova choroba.

Z čoho potom vyplývajú tvrdenia, že kreatín monohydrát je nebezpečný pre obličky?

Ako sme si už spomínali, zásoba kreatínu v kostrovom svalstve predstavuje primárny zdroj energie pre akútnu svalovú prácu, prostredníctvom štiepenia kreatínfosfátu a recyklácie ATP. Metabolickým vedľajším produktom tejto reakcie je tzv. **kreatinín**.

Klírens kreatinínu, a teda miera jeho vylučovania z organizmu, predstavuje klinický parameter vyjadrujúci funkciu obličiek. V prípade, že funkcia obličiek klesá, klírens kreatinínu klesá taktiež. To znamená, že na výsledku krvných testov sa narušená funkcia obličiek prejaví zvýšenou hladinou kreatinínu (klesá jeho vylučovanie z organizmu, a tak stúpa miera jeho retencie).

Kostrové svalstvo zachytáva až 95 % kreatínu v ľudskom organizme ⁽³⁾, a tak čím viacej svalovej hmoty jedinec má a čím intenzívnejší tréning prekonáva, tým väčšie množstvo kreatínfosfátu štiepi za vytvorenia vedľajšieho produktu kreatinínu.

Obličky v procese glomerulárnej filtrácie vylučujú kreatinín v nezmenenej forme, tým pádom môže užívanie výživového doplnku s obsahom kreatínu negatívne ovplyvniť tento klinický parameter funkcie obličiek. Literatúra túto situáciu podrobne dokumentuje a potvrdzuje, že integrita obličiek ostáva nezmenená ^{(6), (7)}.

KREATÍN

UPOZORNENIE NA ZÁVER

Môže užívanie kreatínu vo výživovom doplnku predstavovať nejaké zdravotné riziká?

Samotná látka kreatín neohrozuje zdravie športovcov. Na druhej strane je dôležité sa zamyslieť, aký výživoý doplnok si športovec kupuje, resp. ako sa daný doplnok vyrába. Počas viacerých analýz, ako aj dopingových testov sa zistilo, že kreatín vo výživovom doplnku môže okrem samotného kreatínu obsahovať aj stopové množstvá rôznych anabolických steroidov (najčastejšie 5-norandrosténdión, 4-norandrosténdiol a DHEA).

Navyše, vzhľadom na to, že pre výživové doplnky neplatí taká prísna regulácia ako v prípade liekov, môžu výživové doplnky okrem zakázaných látok obsahovať aj stopy organických rozpúšťadiel alebo ťažkých kovov. Predovšetkým v prípade práškovej formy hrozí aj riziko mikrobiologickej kontaminácie, čo závisí primárne od výrobného procesu, ale aj od spôsobu skladovania a prepravy.

Pevne veríme, že sa nám podarilo aspoň čiastočne objasniť, čo kreatín je a akú úlohu plní v ľudskom organizme. Na záver zopakujeme, že voľba výživových doplnkov je vždy na športovcovi, ale je dôležité, aby športovcovi vedeli, čo užívajú a prečo. Taktiež odporúčame sledovať účinok jednotlivých výživových doplnkov a vyhodnocovať, ako sa užívanie konkrétnych látok odzrkadľuje či už na športovom výkone alebo na zdraví.



ZDROJE:

(1) http://www.uvzsr.sk/index.php?option=com_content&view=article&id=2733:-vyivove-doplnky&catid=182:vyivove-doplnky&Itemid=130
(2) Jäger, R., Purpura, M., Shao, A. et al. Analysis of the efficacy, safety, and regulatory status of novel forms of creatine. Amino Acids 40, 1369–1383 (2011). DOI: 10.1007/s00726-011-0874-6
(3) Kreider, R.B., Kalman, D.S., Antonio, J. et al. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. J Int Soc Sports Nutr 14, 18 (2017). DOI: 10.1186/s12970-017-0173-z
(4) Kreider RB. Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations. Mol Cell Biochem. 2003;244(1-2):89-94. DOI: 10.1023/A:1022465203458
(5) Kreider, Richard & Melton, Charlie & Rasmussen, Christopher & Lancaster, Stacy & Cantler, Edward & Milnor, Pervis & Almada, Anthony. (2003). Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. Molecular and cellular biochemistry. 244. 95-104. DOI: 10.1023/A:1022469320296.
(6) Samra M, Abcar AC. False estimates of elevated creatinine. Perm J. 2012;16(2):51-52. DOI:10.7812/tpp/11-121
(7) Baxmann AC, Ahmed MS, Marques NC, et al. Influence of muscle mass and physical activity on serum and urinary creatinine and serum cystatin C. Clin J Am Soc Nephrol. 2008;3(2):348-354. DOI:10.2215/CJN.02870707