

Doplňky stravy pro silový a vytrvalostní sport

Mgr. Petr Loskot

Ústav ochrany a podpory zdraví, LF MUNI

17.4.2018

Obsah prezentace

- Legislativní rámec
- Antidopingový kodex
- Obecné důvody pro použití DS
- Proteinové DS
- Sacharido-proteinové DS
- Sacharidové DS
- Látky pro podporu výkonu a anabolismu, antikatabolické
- Látky označované jako spalovače tuku

Legislativa související s DS

- 1) Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů
- 2) SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2002/46/ES
- 3) NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1924/2006
- 4) Vyhláška č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin

Definice DS (Zákon č. 110/1997 Sb)

- Doplněk stravy je potravinu, jejímž účelem je doplňovat běžnou stravu a která je koncentrovaným zdrojem vitaminů a minerálních látek nebo dalších látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem, obsažených v potravině samostatně nebo v kombinaci, určená k přímé spotřebě v malých odměřených množstvích

Definice DS (SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2002/46/ES)

- Doplňky stravy“ potraviny, jejichž účelem je doplňovat běžnou stravu a které jsou koncentrovanými zdroji živin nebo jiných látek s výživovým nebo fyziologickým účinkem, samostatně nebo v kombinaci, jsou uváděny na trh ve formě dávek, a to ve formě tobolek, pastilek, tablet, pilulek a v jiných podobných formách, dále ve formě sypké, jako kapalina v ampulích, v lahvičkách s kapátkem a v jiných podobných formách kapalných nebo sypkých výrobků určených k příjmu v malých odměřených množstvích

Uvádění DS na trh

- Obecné požadavky na DS se řídí potravinovou legislativou, musí splňovat normy kladené na potraviny
- **Od 1.1.2015:** PPP (provozovatel potravinářského podniku) notifikační povinnost na **Ministerstvo zemědělství**, předložení textu označení výrobku včetně povinných informací o potravině, které budou uvedeny na obale potraviny v českém jazyce
- Dnem odeslání oznámení splnil provozovatel potravinářského podniku povinnost. V případě, že jsou splněny všechny legislativní požadavky, může být doplněk stravy uveden na trh v den odeslání oznámení o uvedení doplňku stravy na trh na Ministerstvo zemědělství.

Uvádění DS na trh

- Za správnost a obsah oznámení odpovídá provozovatele potravinářského podniku, který oznamuje uvedení doplňku stravy na trh.
- Ministerstvo zemědělství nezasílá potvrzení o splnění informační povinnosti
- V rámci notifikace **se neposuzuje účinnost ani kvalita**
- **Do procesu schvalování není žádným způsobem zahrnuto Ministerstvo zdravotnictví ani SZÚ!**

Obecné důvody pro použití DS (reálné i méně reálné)

- **Nárůst svalové hmoty**
- **Zvýšení fyzického výkonu** (síla, vytrvalost)
- **Zlepšení regenerace**
- **Doplnění živin během FA**
- Zvýšení psychického výkonu (soustředění, přesnost)
- Podpora spalování tuků, hubnutí
- Zlepšení spánku
- Zvýšení hladiny některých hormonů

- Ale i... **rekonvalescence, stáří, onemocnění, určité období roku?**

Aspekty užití

- Složení DS
- Dávkování
- Frekvence užívání
- Značka
- Kombinace DS
- Bezpečnost DS
- **Světový antidopingový kodex**

Světový antidopingový kodex

- Seznam zakázaných látek a metod dopingů pro rok 2018
- **1)** Látky a metody zakázané stále
- **2)** Látky a metody zakázané při soutěži
- **3)** Látky zakázané v určitých sportech

- http://www.antidoping.cz/documents/svetovy_antidopingovy_kodex_2018_zakazane_latky_a_metody.pdf

- Seznam hromadně vyráběných léčivých přípravků obsahujících zakázané dopingové látky a registrovaných v ČR k datu 2017
- http://www.antidoping.cz/documents/zakazane_leky.pdf

Jak jsou doplňky stravy skutečně důležité?



Proteinové přípravky

- Různé suroviny pro výrobu:

Původ	Suroviny
Živočišný	Mléko, vejce, „beef“
Rostlinný	Sója, hrách, rýže, konopí

- Dělení dle zastoupení proteinů:

Druh	Rozsah koncentrací (%)	Nejčastější koncentrace (%)
Koncentrát	60–85	70–80
Izolát	Nad 85	Cca 90
Hydrolyzát	70–80	70–80

Proteinové přípravky

Protein	Obsah proteinů	Obsah tuků	Obsah sacharidů
Koncentrát	70–80	Cca 7 g	Cca 6 g
Izolát	Cca 90	Cca 2	Cca 1–3 g
Hydrolyzát	70–80	Cca 7 g	4–6

- **Zkratky:**
- WPC: Whey Protein Concentrate
- WPI: Whey Protein Isolate
- WPH: Whey Protein Hydrolysate
- MPC: Milk Protein Concentrate
- MPI: Milk Protein Isolate

Proteinové přípravky původem z mléka

- Mléko: nejčastější surovina pro výrobu „proteinů“, obsahuje 2 druhy bílkovin
- Syrovátková a kaseinová bílkovina (poměr cca 1:4)

Bílkovina	Délka vstřebávání
Bílkovina celého mléka	Různé frakce různou dobu
Syrovátková	2–3
Kaseinová	7–8

- Dělení kaseinových proteinů:

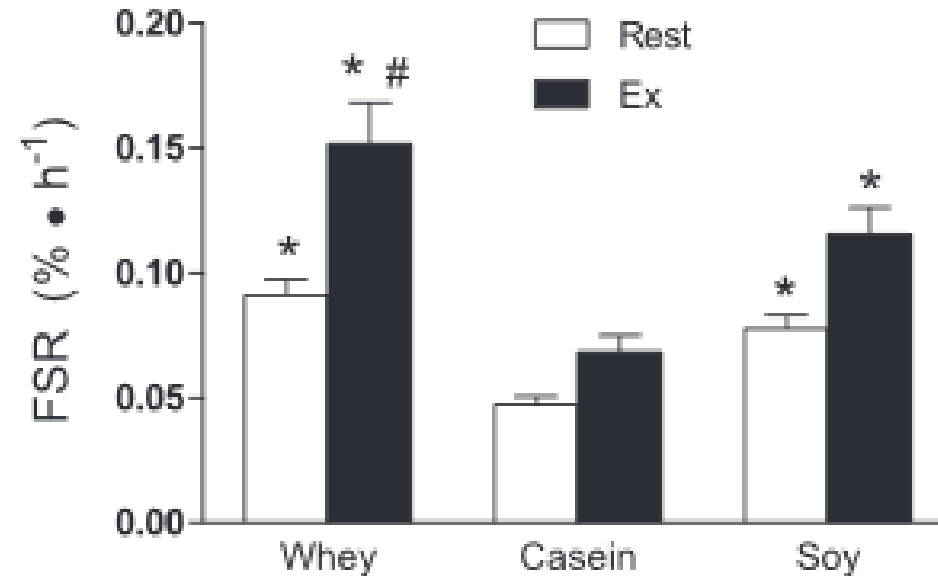
Druh kaseinu	Rozdíly ve struktuře, využitelnosti
Micelární kasein	Původní micely, ↓ rozpustnost, ↑ využitelnost
Kaseinát vápenatý	Denaturovaná bílkovina, ↑ rozpustnost, ↓ využitelnost

Syrovátkový protein (Whey protein)

- Jeden z nejprobádanějších DS
- Výsadní postavení v proteinových DS z důvodu:
 - 1) **Vysoký obsah EAA** → vysoká biologická hodnota a vliv na MPS
 - 2) **Vysoký obsah leucinu** → aktivace signální dráhy mTOR
 - 3) **Rychlá stravitelnost** → hyperaminoacidemie po požití a vliv na MPS
 - 4) **Unikátní kinetika stravitelnosti** → větší část proteinu projde přes oblast splachniku a dokáže ve větší míře stimulovat MPS

Whey vs. Casein

- Tang, 2009 (Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men)



Whey vs. Casein

- Burd, 2012 (Greater stimulation of myofibrillar protein synthesis with ingestion of whey protein isolate v. micellar casein at rest and after resistance exercise in elderly men)

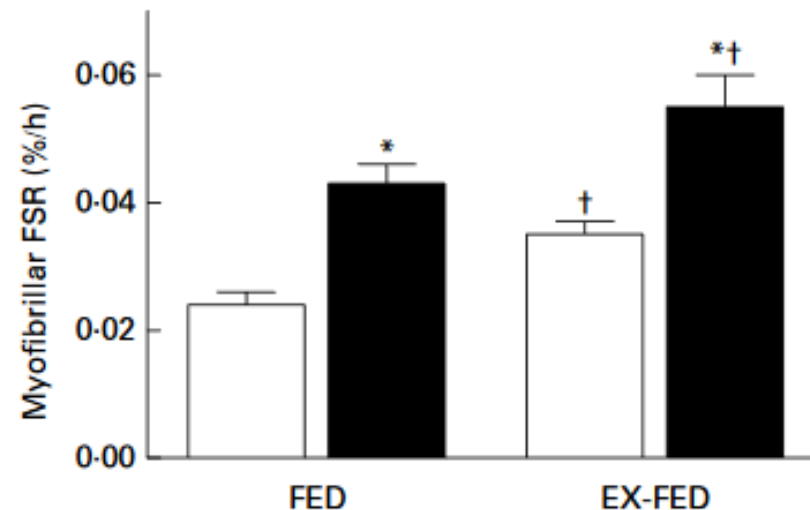
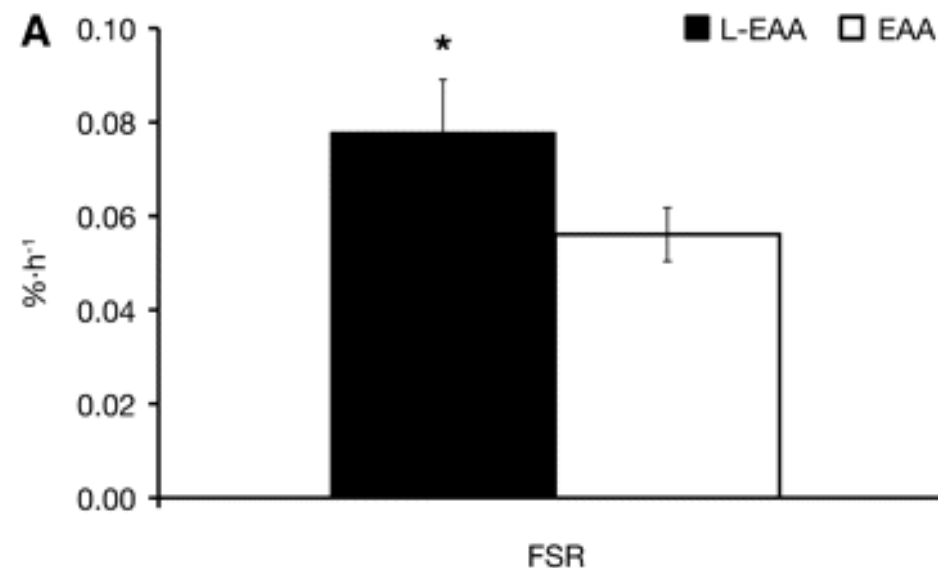


Fig. 1. Myofibrillar protein synthesis (fractional synthetic rate (FSR)) after ingestion of 20g whey protein isolate (■) or micellar casein (□) at rest (FED) and after resistance exercise (EX-FED). Values are means with their standard errors represented by vertical bars ($n = 7$). * Mean values were significantly different from those of the micellar casein group for the same condition ($P < 0.05$). † Mean values were significantly different from those of the FED group ($P < 0.05$).

Efekt leucinu na MPS

- Pasiakos, 2011 (Leucine-enriched essential amino acid supplementation during moderate steady state exercise enhances postexercise muscle protein synthesis)
- Isonitrogenous (**10 g EAA**) drinks with different leucine contents:
EAA, 3,5 g leucine;
EAA, 1,87 g leucine, were consumed during exercise



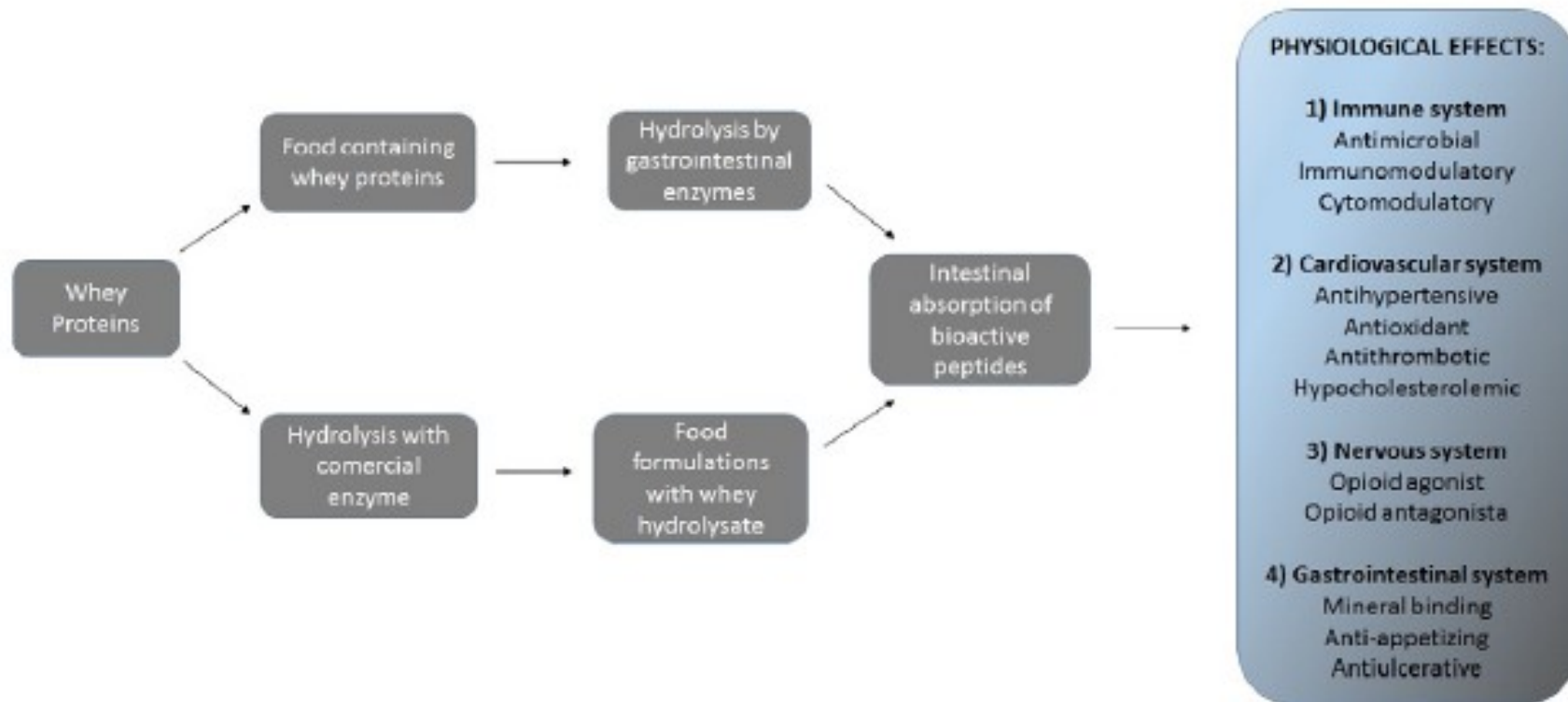
Syrovátkový protein (Whey protein)

- Výroba proteinového syrovátkového koncentrátu:
<https://www.youtube.com/watch?v=vBF2sndWtHo>
- **Frakce syrovátkového proteinu:**

Frakce	Zastoupení v %
Laktoferin	0,35–2
Imunoglobuliny	10–15
Beta-laktoglobulin	cca 50
Alfa-laktalbumin	20–25
Albumin bovinního séra	5–10
Glykomakropeptid	10–15
Laktoperoxidáza	0,5

Syrovátkový protein (Whey protein)

- Brandelli, 2015 (Whey as a source of peptides with remarkable biological activities)
- Walther, 2011 (Bioactive Proteins and Peptides in Foods)



Kaseiny

- Nejzastoupenější protein kravského mléka
- Původní forma proteinu má tvar micel → delší vstřebávání
- **Kaseinát vápenatý** vs. **Micelární kasein**

Druh kaseinu	Rozdíly ve struktuře, využitelnosti
Micelární kasein	Původní micely, ↓ rozpustnost, ↑ využitelnost
Kaseinát vápenatý	Denaturovaná bílkovina, ↑ rozpustnost, ↓ využitelnost

- „Pre-sleep casein protein intake (30–40 g) provides increases in overnight MPS and metabolic rate without influencing lipolysis.“

Proteinové doplňky stravy

- Posledním druhem proteinů jsou tzv. **vícesložkové**.
- Každá složka jiná rychlost vstřebávání → zásobování proteinem delší dobu (v kontextu běžné výživy ne moc relevantní)

Složka	Proteiny
Rychle stravitelná	Syrovátkový protein
Středně stravitelná	Celomléčná bílkovina, vaječný albumin
Pomalou stravitelná	Kaseiny

- Dávkování proteinů:
- Podle našich potřeb (**před/po FA**, **před spaním**, po ránu, během dne)

- **1 porce:**

0,25 g bílkoviny na kg TH

20–40 g bílkoviny v absolutním množství

Srovnání složení různých proteinů

1)

Ingredience:

Směs bílkovin Pentha Pro® (syrovátkový proteinový koncentrát zpracovaný metodou CFM (mléko, emulgátor: sójový lecitin), micelární kasein (mléko), sušený vaječný albumin, syrovátkový proteinový izolát zpracovaný metodou CFM (mléko, emulgátor: sójový lecitin), enzymatickou hydrolyzou upravený syrovátkový protein (mléko)), instantní bezlepková ovesná mouka, zahušřovací: guarová guma; sladidlo: steviol-glykosidy; enzymy: laktáza, bromelin, papain.

Upozornění pro alergiky: Alergeny jsou vyznačeny **tučně** ve složení produktu.

2)

Bez příchutě: ultrafiltrovaný a mikrofiltrovaný syrovátkový koncentrát a izolát (mléko) (99 %), emulgátor (sójový lecitin).

Příchuť borůvka: ultrafiltrovaný a mikrofiltrovaný syrovátkový koncentrát a izolát (mléko) (97 %), aroma, barvivo (koncentrát z mrkve a ibišku), sladidla (sukralóza, acesulfam K), emulgátor (sójový lecitin).

3)

Ingredience:

Příchuť čokoláda, příchuť oříšek: Enzymaticky naštěpený syrovátkový koncentrát proteinu (mléko), kakao z nepražených kakaových bobů (Ekvádor), přírodní a přírodně identické aroma, náhradní sladidlo: sukralóza.

Gainery a sacharidy

- Důvody užívání:
 - 1) Stimulace svalové proteosyntézy
 - 2) Zlepšení regenerace
 - 3) Doplnění sacharidových zásob do svalů
 - 4) Náhrada pevného jídla (v některých případech)
- Obecné složení gainerů:

Složka	Zdroj
Proteinová	Syrovátková či kaseinová bílkovina
Energetická A)	Sacharidy (jednoduché, maltodextrin, obilné škroby, mouky, vločky)
Energetická B)	Tuky (MCT, MUFA)
Další látky s různými účinky	Vitaminy, minerální látky, stopové prvky, enzymy, esenciální MK, atd.

Různé druhy sacharidů v gainerech

- Glukóza – nejjednodušší sacharid, nejrychlejší zdroj energie
- Fruktóza – jednoduchý sacharid s vyšší sladivostí než glukóza, vzhledem k odlišné metabolizaci v játrech není tak rychlým zdrojem energie jako glukóza
- Maltodextrin – jedná se o částečně hydrolyzovaný (naštěpený) škrob, podle délky řetězce sacharidů může mít lehce nasládlou chuť
- Palatinóza – disacharid složený z molekuly glukózy a fruktózy. Kvůli zvláštní vazbě mezi těmito sacharidy, která se hůře štěpí, má nízký GI (kolem 30)
- Vitargo – speciálně upravený polysacharid, který má velké molekuly, dlouho nezůstává v žaludku, rychle se tráví, a tak by měl rychleji doplňovat svalový glykogen ve srovnání s ostatními sacharidy, jeho užití bylo testováno zejména na vytrvalostních sportovcích
- Polysacharidy ve formě škrobů (kukuřičný), vloček (ovesné), mouk (ovesné, ječné, kukuřičné) – velké makromolekuly s počtem 100 a více

Srovnání složení různých gainerů

Příchuť čokoláda (4350 g): Prémiová proteinová směs (42 % - syrovátkový koncentrát (71 %) (**mléko**), nativní **mléčný** protein (29 % z- z toho 80 % micelární kasein (**mléko**), 20 % nativní syrovátkový protein (**mléko**)), sacharidový komplex s nízkým glykemickým indexem (20 % - z toho **ovesná** mouka (50 %), **ječná** mouka (10 %)), maltodextrin, glutaminové peptidy (**pšenice**), kakaový prášek, kreatin monohydrát (Creapure®), L-leucin, betain bezvodý, aroma, beta alanin, L-aurin, bisglycinát hořečnatý, zahušťovadlo (karboxymethyl celulóza), L-cholin bitartrát, komplex enzymů (Digezyme®), sladidlo sukralóza, L-askorbová kyselina, sladidlo (stévie), bisglycinát zinečnatý, tokotrienoly (DeltaGold®), bisglycinát železitý, směs bakterií **mléčného** kvašení LAB2PRO® (bifidobacterium bifidum, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus Rhamnosus), nikotinamid, bisglycinát měďnatý, selenomethionin (Selenium SeLECT®), piperin extrakt (Bioperine®), retinyl acetát, D-pantothenát vápenatý, cholekalciferol, pyridoxin hydrochlorid, thiamin hydrochloride, riboflavin, chrom pikolinát, kyselina listová, D-biotin, methylkobalamin.

Příchuť čokoláda: Maltodextrin, **ovesná** mouka, syrovátkový proteinový koncentrát (**mléko**), **sójový** proteinový izolát, dextróza, odtučněný kakaový prášek, Iněné semínko, středně rozvětvené triglyceridy (MCT), kaseinát sodný (**mléko**), glukózový sirup, emulgátor (E 472 c), přírodní aroma, sladidlo (sukralóza).

Příchuť bílá čokoláda/pralinky: Dextróza, 20 % modifikovaný škrob, 13,7 % **syrovátkový** proteinový koncentrát, sladká sušená **syrovátka**, 8,7 % **mléčný** proteinový izolát, fruktóza, 2,3 % kreatin monohydrát, karamelizovaný cukr, 1% sušený **vaječný bílek**, emulgátory (mono- a diglyceridy mastných kyselin), palmový olej, kyselina askorbová (vitamin C), železo (III) pyrofosfát, D-alfa-tokoferol acetát (vitamin E), nikotinamid (niacin), oxid zinečnatý, pantothenát D-vápenatý (kyselina pantothenová), pyridoxin hydrochlorid (vitamin B6), thiamin mononitrát (vitamin B1), riboflavin (vitamin B2), kyselina pteroylmonoglutamová (kyselina listová), jodid draselný, D-biotin (biotin).

Kreatin

- Kreider 2017, International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine
- Jeden z nejlépe probádaných DS
- **Látka tělu vlastní** (95 % kreatinu v kosterním svalstvu, menší množství např. mozek, testes, *syntetizován z AMK methionin, glycin, arginin*)
- **Odpadní látka kreatinin**, Denně jsou 1–2 % svalového kreatinu degradovány na tento kreatinin, což je množství asi 1–3 gramy kreatinu
- Denně **běžnou stravou přijmeme 1–2 gramy kreatinu**, vlastní syntéza je cca 1 gram denně, což postačuje k naplnění svalových zásob kreatinu na 60–80 %
- **Cílenou suplementací kreatinu můžeme tyto zásoby navýšit o 20–40 %**

Kreatin

Muscle Total Creatine Stores

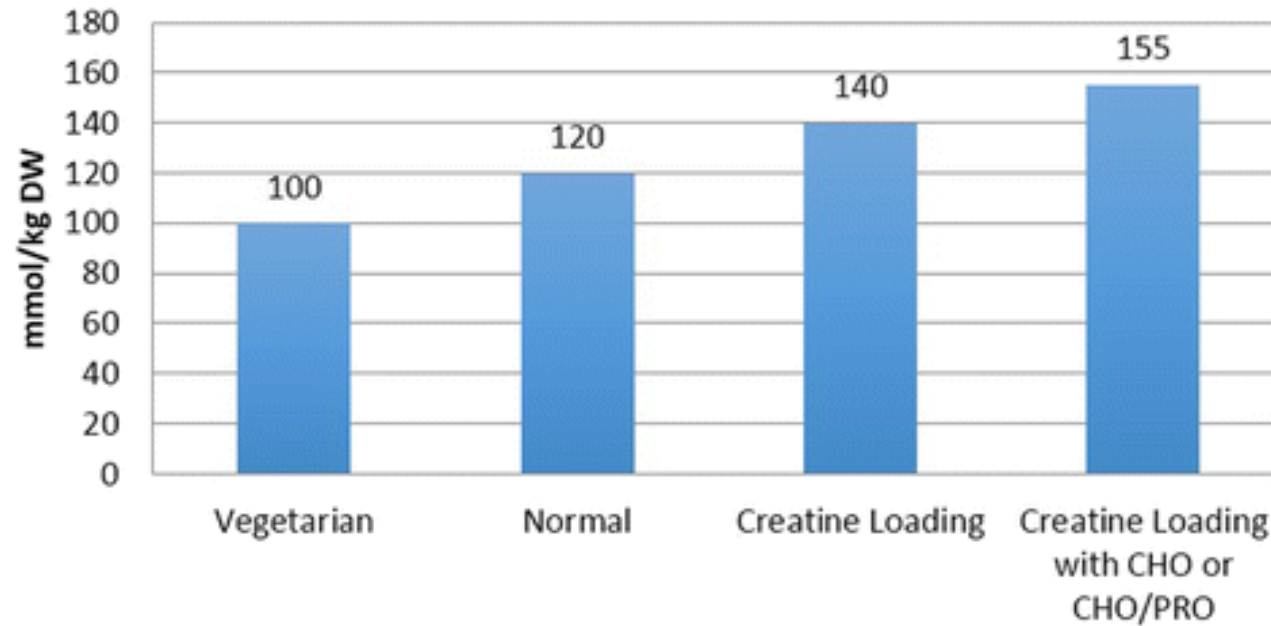
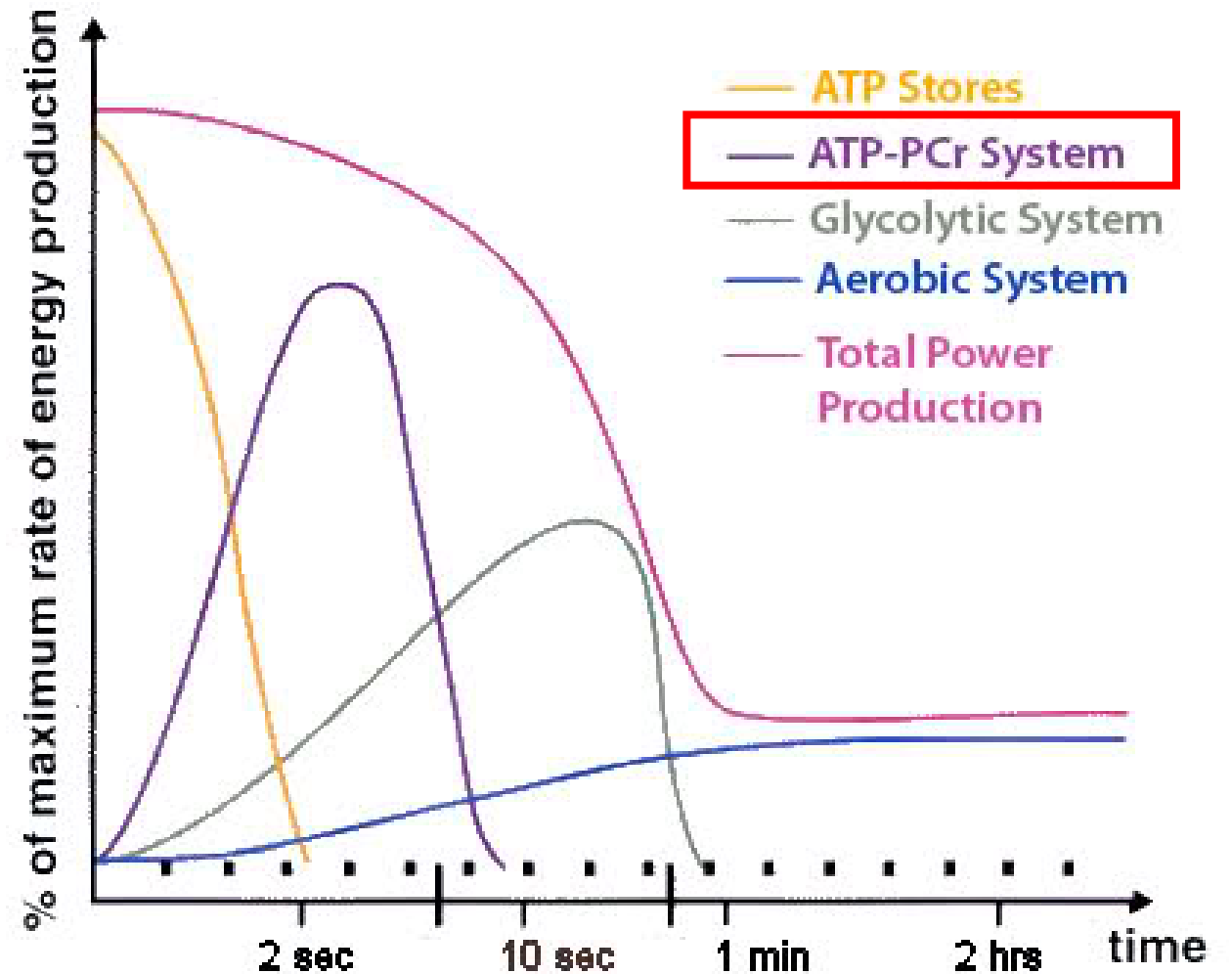


Fig. 4

Approximate muscle total creatine levels in mmol/kg dry weight muscle reported in the literature for vegetarians, individuals following a normal diet, and in response to creatine loading with or without carbohydrate (CHO) or CHO and protein (PRO). From Kreider and Jung [6]

Kreatin: důvody pro užívání

- Jaká je funkce kreatinu ve vztahu k fyzickému výkonu? Zjednodušeně řečeno, funguje jako zdroj energie pro práci trvající cca 10 sekund, zvýší tedy výkon (sílu) v nejtěžších silových sériích.



Kreatin: účinky

- Podpora regenerace
- Zvýšená hydratace buněk (kreatin látka osmoticky aktivní → váže vodu)
- Zvýšení anabolického prostředí
- Zlepšení adaptace na silový trénink
- Zvýšení sportovního výkonu (silové, výbušné výkony)
- Možný pozitivní vliv na snížení výskytu zranění při sportu
- Možné zlepšení výkonu za vyšší okolní teploty (zřejmě souvisí s hydratací)

Kreatin: užívání

Cyklování kreatinu	Necyklování kreatinu
1) Fáze nasycovací (1 týden): 0,3 g/kg TH/ denně, nebo 4x5 g denně 2) Fáze udržovací: (3 týdny): 2,5–5 g denně	Po celou dobu užívání: 5 g
<u>Výhody:</u> Rychlejší nasycení kreatinem, rychlejší nárůst síly, TH <u>Nevýhody:</u> Možné vyšší ztráty do moče při nasycovací fázi	<u>Výhody:</u> Vyšší využití kreatinu <u>Nevýhody:</u> Delší čas potřebný k nasycení kreatinem

- **There is no compelling scientific evidence that the short- or long-term use of creatine monohydrate (up to 30 g/day for 5 years) has any detrimental effects on otherwise healthy individuals** or among clinical populations who may benefit from creatine supplementation.
- **The addition of carbohydrate or carbohydrate and protein to a creatine supplement appears to increase muscular uptake of creatine**, although the effect on performance measures may not be greater than using creatine monohydrate alone.

Kreatin: zdravotní tvrzení (Prováděcí nařízení Komise (EU) 2017/672 ze dne 7. dubna 2017, kterým se schvaluje zdravotní tvrzení při označování potravin jiné než tvrzení o snížení rizika onemocnění a o vývoji a zdraví dětí a kterým se mění nařízení (EU) č. 432/2012)

- *„Každodenní konzumace kreatinu může zvýšit účinek silového tréninku na sílu svalů u dospělých osob ve věku nad 55 let. toto tvrzení se zaměřuje na dospělé osoby ve věku nad 55 let, které pravidelně provádějí silový trénink, příznivého účinku se dosáhne při přívodu 3 g kreatinu denně ve spojení se silovým tréninkem, který umožňuje postupné zvyšování zátěže a který by se měl provádět alespoň třikrát týdně po dobu několika týdnů s intenzitou nejméně 65 %–75 % maximální zátěže na jedno opakování. Toto tvrzení se může použít pouze u potravin určených pro dospělé osoby ve věku nad 55 let, které pravidelně provádějí silový trénink.“*

BCAA

- Větvené aminokyseliny: Valin, Leucin, Isoleucin
- Rychle bez metabolizace prochází játry
- Zdroj energie pro pracující svaly („ochrana svalové hmoty“)
- **Suplementace BCAA snižuje koncentrace serotoninu (zřejmě kompetice o transportéry do mozkových buněk BCAA vs. tryptofan)** v mozku. Serotonin zvyšuje vnímání únavy, tudíž BCAA snižují pocitovanou únavu během vytrvalostní sportovní aktivity, což může vést k prodloužení výkonu
- **Suplementace BCAA snižuje koncentraci látek v krvi, které jsou spojovány s poškozením svalových buněk jako CK (kreatinkináza) nebo LD (laktát dehydrogenáza).** Svalové poškození by tedy mělo být nižší, čímž se může zkrátit doba potřebná pro následnou regeneraci

BCAA

- V odborné literatuře není ucelený pohled na suplementaci BCAA
- **Nejčastější přístup:** 20 g BCAA s vyváženým poměrem AMK nejčastěji rozdělené do dvou dávek v okolí tréninkové jednotky (např. před a během)
- Wolfe 2017, Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality?
- **Důležitost BCAA u laické veřejnosti značně přeceňována**, BCAA samy o sobě (bez přítomnosti dalších EAA) nejsou schopny stimulovat MPS, jejich souběžné podání s kompletním proteinem však může zvýšit celkový anabolický potenciál přijaté bílkoviny (**navýšení obsahu EAA a leucinu**)

BCAA a doplňky stravy

- Různé poměry aminokyselin:
 - **2 : 1 : 1 zlatý standard**
 - 4 : 1 : 2
 - 5 : 1 : 1
 - 8 : 1 : 1
- BCAA: **velmi hořká chuť**, proto často **ochucená instantní forma** (z důvodu přítomnosti aditiv obsah BCAA pouze 50–90 %)

Glutamin

- Neesenciální aminokyselina
- Nejvíce zastoupená aminokyselina v organismu
- Dvojnásobné množství dusíku → podpora anabolismu, antikatabolický efekt?
- Glukogenní aminokyselina → zdroj energie
- Zdroj energie pro rychle se dělící buňky (střevní buňky, buňky imunitního systému) → pozitivní vliv na imunitu?
- **Cruzat 2014, (Amino acid supplementation and impact on immune function in the context of exercise)**
- **Výsledky ve vztahu k podpory imunity u sportovců nekonzistentní**

Glutamin

- V některých studiích dávky 20–30 g denně, nebo dokonce (0,3–0,5 g/kg TH)
- **V některých studiích pozitivní účinky i při dávkách 0,1 g/kg TH**
- **V odborné literatuře neexistuje jednotný pohled na dávkování glutaminu, nejčastěji je následující:**

Není přesně specifikováno, nicméně jednorázová dávka v rozmezí 5–10 g, nejčastěji před spaním. Na suplementaci glutaminu kolem tréninku jsou protichůdné názory.

- **Proč protichůdné názory??**

Předtréninkové stimulanty a jejich účinné látky

- V poslední době vzrůstá oblíbenost předtréninkových přípravků
- Výrobci těchto DS slibují:
- Zlepšená vazodilatace (lepší proudění kyslíku a živin k pracujícím svalům)
- Zlepšení anaerobního výkonu
- Snížení zakyselení svalů
- Stimulace a soustředění
- Podpora spalování tuku

Arginin, AAKG, citrulin (malát)

- Aminokyseliny, které jsou substrátem pro tvorbu NO (vazodilace)
- Velmi málo studií o účincích těchto AMK
- Neexistuje doporučení na vědeckém základě, jak arginin a AAKG užívat
- **Nejčastěji se látky arginin a AAKG dávkuje v množství 3–6 g před tréninkem**
- Citrulin se zdá lepším substrátem pro tvorbu NO než předešlé AMK
- **Nachází se citrulin v našem organismu?**
- **Peréz-Guisado 2010, (Citrulline malate enhances athletic anaerobic performance and relieves muscle soreness.)**
- **Příjem 8 g citrulinu (ve formě malátu) zvýšilo anaerobní výkon (větší objem práce), oddálilo pocit únavy, snížilo potréningovou bolest svalů**

Beta-alanin

- Derivát aminokyseliny alaninu
- Ve svalech se z beta-alaninu a histidinu tvoří dipeptid karnosin
- Karnosin působí jako pufr → snižuje zakyselení svalu během výkonu
- **Trexler 2015, (International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine)**
- **1) 4 weeks of beta-alanine supplementation (4–6 g daily) significantly augments muscle carnosine concentrations**, thereby acting as an intracellular pH buffer
- **2) Daily supplementation with 4–6 g of beta-alanine for at least 2–4 weeks** has been shown to improve exercise performance, with more pronounced effects in open end-point tasks/time trials lasting 1 to 4 min in duration
- **3) More research is needed to determine** the effects of beta-alanine on strength, **endurance performance beyond 25 min in duration**, and other health-related benefits associated with carnosine

Spalovače tuku

- Nejsou samospásné, tvoří pomyslný vrchol po vyřešení stravy a tréninku
- Podle určitého dělení je jejich účinek:
 - 1) **Lipotropní** – zvyšuje využití tuku jako zdroje energie
 - 2) **Termogenní** – zvyšuje tělesnou teplotu, tím metabolický obrat
 - 3) **Často se jejich účinky kombinují a působí oběma způsoby**

Spalovač	Obvyklé dávkování	Upozornění/poznámka
Kofein	100–200 mg	Krevní tlak!
Synefrin	10–20 mg	Bez vlivu na TK
Karnitin	500–2000 mg	Sporné účinky
Kapsaicin	50 mg a více	Termogenní účinek
Extrakt ze zeleného čaje	300–500 mg	Účinná látka: EGCG

Kofein

- Goldstein 2010, (International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance)
- Grgic 2018, (Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis)

- 1) Ve studiích **nejčastěji testován v dávkách 3–6 mg/kg TH**
- 2) **Podpora aerobního** vytrvalostního **výkonu** (zlepšení času)
- 3) **Podpora výkonu v kolektivních sportech** (kombinace aerobního a anaerobního výkonu)
- 4) **Zvyšuje sílu horní poloviny těla**
- 5) **Vliv na lipolýzu: zvýšení koncentrace cAMP (aktivace HSL), zvýšení hladiny katecholaminů**

Kofein

- Rozdíly v rychlosti vstřebatelnosti různých forem:
- 1) **Kapsle** (většinou bezvodá, syntetická forma → rychle vstřebatelné)
- 2) **Tableta**
- 3) **Výtažek z rostliny** (guarana, zelený čaj, přítomnost dalších aktivních látek)

- Běžné dávkování: **200 mg** (jedna kapsle)
- U hypertoniků: raději začínat na cca poloviční dávce
- U zkušených uživatelů: **3-4 mg/kg TH**

Synefrin

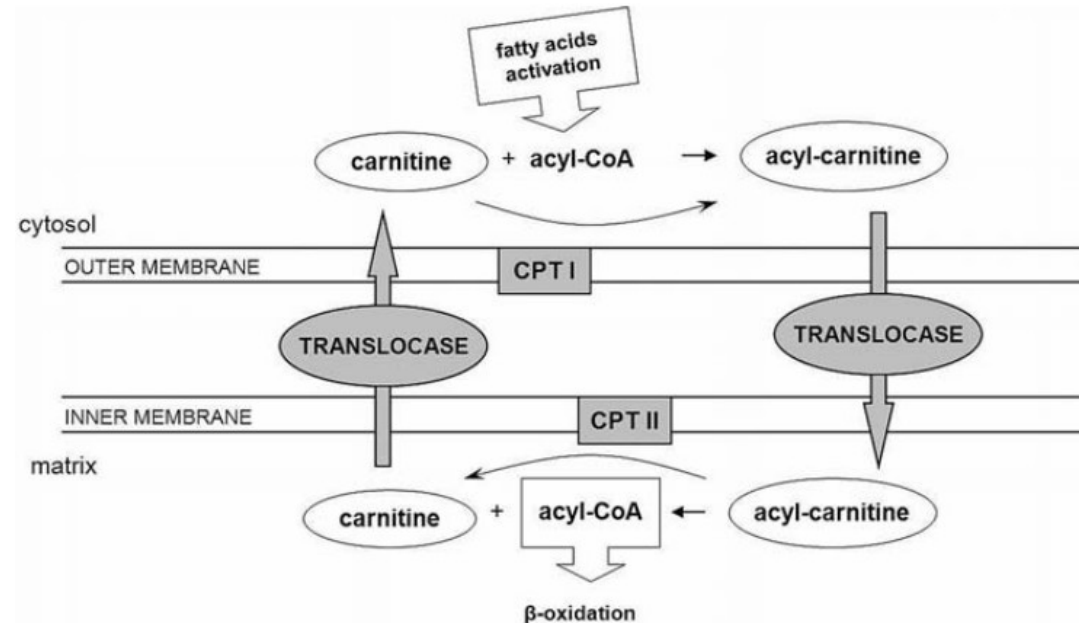
- Získáván z kůry plodů pomerančovníku hořkého neboli *Citrus aurantium*
- *Strukturně podobný efedrinu*
- **Mechanismus účinku:** slabé betasympatomimetikum, **aktivace β -3 adrenergických receptorů** → lipolýza
- Neměl by mít vliv na **TK** a **HR** (v tomto ohledu bezpečnější než kofein)
- **Jeho maximální denní dávka v DS omezena legislativně na příjem 10 mg** (Vyhláška č. 225/2008 Sb. kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin)
- **Ve studiích zkoumající jeho účinky dávky mnohem vyšší cca 50 mg i více** Stohs 2011, (A Review of the Human Clinical Studies Involving *Citrus aurantium* (Bitter Orange) Extract and its Primary Protoalkaloid *p*-Synephrine)

Extrakt ze zeleného čaje

- Možný vliv na podporu spalování tuku epigalokatechin-3-galát (EGCG)
- Velmi nízké vstřebávání z GIT (cca 2 %)
- Piperin by měl absorpci zvyšovat
- **Jeden z uváděných mechanismů účinku: inhibice enzymu katechol-O-methyltransferázy (COMT), který degraduje katecholaminy**
- **Dávkování:** účinná dávka by se měla pohybovat mezi **300–500 mg EGCG** (většina extraktů zeleného čaje obsahuje kolem 50 % této látky)
- **Ideálně v kombinaci se synefrinem a kofeinem**

L-karnitin

- **Látka tělu vlastní, syntetizován z AMK lysinu a methioninu**, denní potřeba karnitinu je jen asi 15 mg
- Typický příklad: 75 % příjem strava, 25 % endogenní syntéza
- **99 % karnitinu je zpětně resorbováno v ledvinách**
- Supplementace karnitinem může navýšit zásoby karnitinu ve svalech
- Dietárními zdroji hlavně maso a méně mléčné výrobky
- Existuje **L-** a **D-** forma, **jen L- je biologicky aktivní**



L-karnitin

- Jeho účinky jsou běžnou populací přeceňovány
- Dávky ve studiích většinou kolem **2 g** → **při suplementaci ideálně přijímat i toto množství**
- Pooyandjoo 2016, (The effect of (L-)carnitine on weight loss in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.)
- **Meta-analýza prokázala účinnost oproti placebu na hubnutí, ale velmi malý efekt**

- Pekala 2011, (L-Carnitine - Metabolic Functions and Meaning in Humans Life)
- *Obě práce přístupny ze sci-hub*

Nejlepší spalovač v poměru cena/výkon: nákup jednotlivých účinných látek samostatně a kombinace: (příjem cca 30 minut před výkonem)

Kofein: 200 mg (zkušenější i více)

Synefrin: minimálně 20 mg, lépe však 50 mg

EGCG: 300–500 mg

Karnitin: 2 g? (nejvíce postradatelná látka)

Proteinové tyčinky

Surovina	„Lepší“ zdroj	„Horší“ zdroj
Bílkovina	1) Mléčná bílkovina 2) Syrovátkové bílkoviny 3) Micelární kasein	1) Sójová bílkovina 2) Kaseinát 3) Kolagen 4) Rostlinné proteiny
Sacharidy	1) Polyoly 2) Obilné škroby, vločky	1) Jednoduché sacharidy 2) Sirupy
Tuky	1) Kakaová a ořechová másla 2) Řepkový olej	1) Rostlinné oleje tropických palem (kokosový, palmový, palmojádrový) 2) Slunečnicový
Vláknina	1) Obilné vlákniny (ovesná, kukuřičná) 2) Prebiotické oligosacharidy (frukto, isomalto)	-

Multivitaminy a multiminerály

- Obsah vitaminů rozpustných ve vodě
- Obsah vitaminů rozpustných v tucích
- Pozor na interakce ve vstřebávání stopových prvků
- Formy minerálních látek a stopových prvků organická vs. anorganická forma
- **EFSA 2008, (Opinion on certain **bisglycinates** as sources of copper, zinc, calcium, magnesium and glycinate nicotinate as source of chromium in foods intended for the general population (including food supplements))**

Nejčastější formy anorganické	Nejčastější formy organické
Uhličitan Oxid Síran	Bisglycinát Citrát Glukonát Aspartát Pikolinát Methionin

Sportovní nápoje

- **Nápoje určené během výkonu – ↓ obsah S (hypotonické)**
- **Nápoje určené po výkonu – ↑ obsah S (hypertonické)**
- Sacharidy:
 - Glukóza, sacharóza, maltodextrin, kukuřičný sirup, isomaltulóza,
 - 3–8% nápoje
 - Elektrolyty: Na, Cl; méně K, P, Ca, Mg, Fe
 - Kofein, vitaminy
- **Monosacharidy:** vysoká osmolalita, rychlejší vstřebatelnost
- **Větší molekuly sacharidů:** nižší osmolalita, pomalejší vstřebatelnost z tenkého střeva

Problematika koncentrace nápojů

- **Možné složené hypotonického nápoje:**

- Obsah sacharidů: 2–4 gramy jednoduchých sacharidů ve 100 ml (glukóza, nebo fruktóza)
- Obsah minerálních látek (soli): cca 1 gram („špetka soli“)

- **Možné složení isotonického nápoje:**

- Obsah sacharidů: 5–6 gramů jednoduchých sacharidů ve 100 ml (glukóza nebo fruktóza)
- Obsah minerálních látek (soli): cca 1 gram („špetka soli“)

- **Možné složení hypertonického nápoje:**

- Obsah sacharidů: nad 7 gramů jednoduchých sacharidů ve 100 ml (glukóza nebo fruktóza)
- Obsah minerálních látek (soli): cca 1 gram („špetka soli“)

Sacharidové gely, prášky a tablety

- Dobrá manipulace a užívání
- Obsah S: maltodextrin, Glc, Sach, Fru...
- Mohou být přidány: BCAA, MCT, stimulanty, antioxidanty
- Gely je nutné zapíjet
- Určeno pro FA delší než 90 min, mezi utkáními x před/po FA
- 1 balení 30–50 g obsahuje cca 20–30 g S

Bikarbonát (jedlá soda)

- Látka zásadité povahy
- **Mechanismus účinku:** (Bourke, 2017) „Temporarily increases blood bicarbonate to acutely enhance extra-cellular buffering of efflux of H⁺ ion from contracting muscle. Reduces fatigue associated with exercise in which there is production of large amounts of H⁺ ions via anaerobic glycolysis.“
- Pozorované nežádoucí účinky u některých sportovců – nevolnost, zvracení, průjemy → nutné vyzkoušet před závodem
- **Peart 2012, (Practical recommendations for coaches and athletes: a meta-analysis of sodium bicarbonate use for athletic performance.)**

Velmi nepraktické **dávkování:** 0,2–0,4 g/kg TH 60–120 minut před FA

Závěrečné zhodnocení

- Doplnky stravy jsou jen doplněním jídelníčku a celkového plánu sportovce
- Nemůžeme od nich čekat zázraky, nicméně mohou představovat jistý benefit, pokud s nimi umíme pracovat
- **Nejlépe probádané doplňky stravy: syrovátkový protein, kreatin, kofein** → právě tyto doplňky stravy, pokud některé užívat, mají největší smysl
- **Beta-alanin, bikarbonát** → též poměrně hodně informací o jejich účincích na zlepšení výkonu
- **Arginin, citrulin, BCAA, glutamin**: omezenější informace o jejich relevantních účincích na sportovní výkon
- **Synefrin, karnitin, EGCG**: minoritní podpora spalování tuku v kombinaci s FA

Literární zdroje

- Brandelli, A., Daroit, D.J. & Corrêa, A.P.F. (2015) Whey as a source of peptides with remarkable biological activities. *Food Research International*. [Online] 73, 149–161. Available from: doi:10.1016/j.foodres.2015.01.016 [Accessed: 18 April 2018].
- Burd, N.A., Yang, Y., Moore, D.R., Tang, J.E., et al. (2012) Greater stimulation of myofibrillar protein synthesis with ingestion of whey protein isolate v. micellar casein at rest and after resistance exercise in elderly men. *The British Journal of Nutrition*. [Online] 108 (6), 958–962. Available from: doi:10.1017/S0007114511006271.
- Cruzat, V.F., Krause, M. & Newsholme, P. (2014) Amino acid supplementation and impact on immune function in the context of exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. [Online] 11. Available from: doi:10.1186/s12970-014-0061-8 [Accessed: 18 April 2018].
- Goldstein, E.R., Ziegenfuss, T., Kalman, D., Kreider, R., et al. (2010) International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. [Online] 7, 5. Available from: doi:10.1186/1550-2783-7-5 [Accessed: 23 January 2018].

Literární zdroje

- Grgic, J., Trexler, E.T., Lazinica, B. & Pedisic, Z. (2018) Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. [Online] 15, 11. Available from: doi:10.1186/s12970-018-0216-0.
- Kreider, R.B., Kalman, D.S., Antonio, J., Ziegenfuss, T.N., et al. (2017) International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. [Online] 14, 18. Available from: doi:10.1186/s12970-017-0173-z [Accessed: 23 January 2018].
- EFSA (2008) Opinion on certain bisglycinates as sources of copper, zinc, calcium, magnesium and glycinate nicotinate as source of chromium in foods intended for the general population (including food supplements) and foods for particular nutritional uses - Scientific Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food. *EFSA Journal*. [Online] 6 (6), 718. Available from: doi:10.2903/j.efsa.2008.718 [Accessed: 18 April 2018].
- Pasiakos, S.M., McClung, H.L., McClung, J.P., Margolis, L.M., et al. (2011) Leucine-enriched essential amino acid supplementation during moderate steady state exercise enhances postexercise muscle protein synthesis. *The American Journal of Clinical Nutrition*. [Online] 94 (3), 809–818. Available from: doi:10.3945/ajcn.111.017061.

Literární zdroje

- Peart, D.J., Siegler, J.C. & Vince, R.V. (2012) Practical recommendations for coaches and athletes: a meta-analysis of sodium bicarbonate use for athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [Online] 26 (7), 1975–1983. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e3182576f3d.
- Pekala, J., Patkowska-Sokoła, B., Bodkowski, R., Jamroz, D., et al. (2011) L-carnitine--metabolic functions and meaning in humans life. *Current Drug Metabolism*. 12 (7), 667–678.
- Pérez-Guisado, J. & Jakeman, P.M. (2010) Citrulline malate enhances athletic anaerobic performance and relieves muscle soreness. *Journal of Strength and Conditioning Research*. [Online] 24 (5), 1215–1222. Available from: doi:10.1519/JSC.0b013e3181cb28e0.
- Pooyandjoo, M., Nouhi, M., Shab-Bidar, S., Djafarian, K., et al. (2016) The effect of (L-)carnitine on weight loss in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*. [Online] 17 (10), 970–976. Available from: doi:10.1111/obr.12436.

Literární zdroje

- Stohs, S.J., Preuss, H.G. & Shara, M. (2012) A Review of the Human Clinical Studies Involving Citrus aurantium (Bitter Orange) Extract and its Primary Protoalkaloid p-Synephrine. *International Journal of Medical Sciences*. [Online] 9 (7), 527–538. Available from: doi:10.7150/ijms.4446 [Accessed: 3 March 2018].
- Tang, J.E., Moore, D.R., Kujbida, G.W., Tarnopolsky, M.A., et al. (2009) 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 (Bethesda, Md.: 1985)*. [Online] 107 (3), 987–992. Available from: doi:10.1152/jappphysiol.00076.2009.
- Trexler, E.T., Smith-Ryan, A.E., Stout, J.R., Hoffman, J.R., et al. (2015) International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. [Online] 12, 30. Available from: doi:10.1186/s12970-015-0090-y [Accessed: 18 April 2018].
- Walther, B. & Sieber, R. (2011) Bioactive proteins and peptides in foods. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research. Internationale Zeitschrift Fur Vitamin- Und Ernährungsforschung. Journal International De Vitaminologie Et De Nutrition*. [Online] 81 (2–3), 181–192. Available from: doi:10.1024/0300-9831/a000054.
- Wolfe, R.R. (2017) Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. [Online] 14, 30. Available from: doi:10.1186/s12970-017-0184-9 [Accessed: 18 April 2018].