

Doplňky stravy pro silový sport

Mgr. Petr Loskot

Ústav ochrany a podpory zdraví, LF MUNI

10.3.2020

Obsah prezentace

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

Legislativa související s DS – Česká legislativa

- **1)** Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů
- **2)** Vyhláška č. 225/2008 Sb., kterou se stanoví požadavky na doplňky stravy a na obohacování potravin
- **3)** **Vyhláška č. 58/2018 Sb. Vyhláška o doplňcích stravy a složení potravin (nahradila starší vyhlášku 225/2008)**

Vyhláška č. 58/2018 Sb. o doplňcích stravy a složení potravin – Co v ní můžeme nalézt?

- Požadavky na složení doplňků stravy
- Požadavky na označování DS
- Podmínky použití některých dalších látek v doplňcích stravy
- Podmínky použití některých dalších látek jiných než rostliny
- Seznam některých dalších látek zakázaných při výrobě potravin

Vyhláška č. 58/2018 Sb. o doplňcích stravy a složení potravin – Zajímavosti

2. Podmínky použití některých dalších látek jiných než rostliny

Další látky	Nejvyšší přípustné množství v denní dávce
Acetylkarnitin	500 mg
Monakolin K z červené fermentované rýže (<i>Monascus purpureus</i>)	10 mg
DMAE (dimethylaminoethanol)	20 mg
Koenzym Q10 (ubichinon a ubichinol)	200 mg
Kyselina orotová	50 mg
Pycnogenol	100 mg
Taurin	2000 mg

<i>Hypericum perforatum</i> (třezalka tečkovaná)	sušená nat'	900 mg
<i>Panax ginseng</i> (všehoj ženšenový)	sušený kořen	2000 mg
<i>Ptychopetalum olacoides</i> (muira puama)	sušené dřevo	500 mg
<i>Rhodiola rosea</i> (rozchodnice růžová)	standardizovaný extrakt z kořene (4% rosavinu)	100 mg
<i>Schisandra chinensis</i> (klanopraška čínská)	sušené plody	600 mg
<i>Tribulus terrestris</i> (kotvičník zemní)	sušená nat', plody	2000 mg
<i>Turnera diffusa</i> (pantala rozkladitá)	sušené listy	1000 mg
<i>Uncaria tomentosa</i> (vilcacora, kočičí dráp)	sušený kořen	1000 mg
<i>Valeriana officinalis</i> (kozlík lékařský)	sušený kořen	1000 mg

Legislativa související s DS – Evropská legislativa

- **1)** SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2002/46/ES
 - Týká se např. forem minerálních látek a vitaminů, které lze použít v DS
- **2)** NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1924/2006
 - Týká se výživových a zdravotních tvrzení
- **3)** Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/2283 ze dne 25. listopadu 2015
 - Týká se potravin nového typu, které se mohou vyskytovat i v DS

Definice DS (Zákon č. 110/1997 Sb)

- Doplněk stravy je **potravin**a, 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)

- Doplnky 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

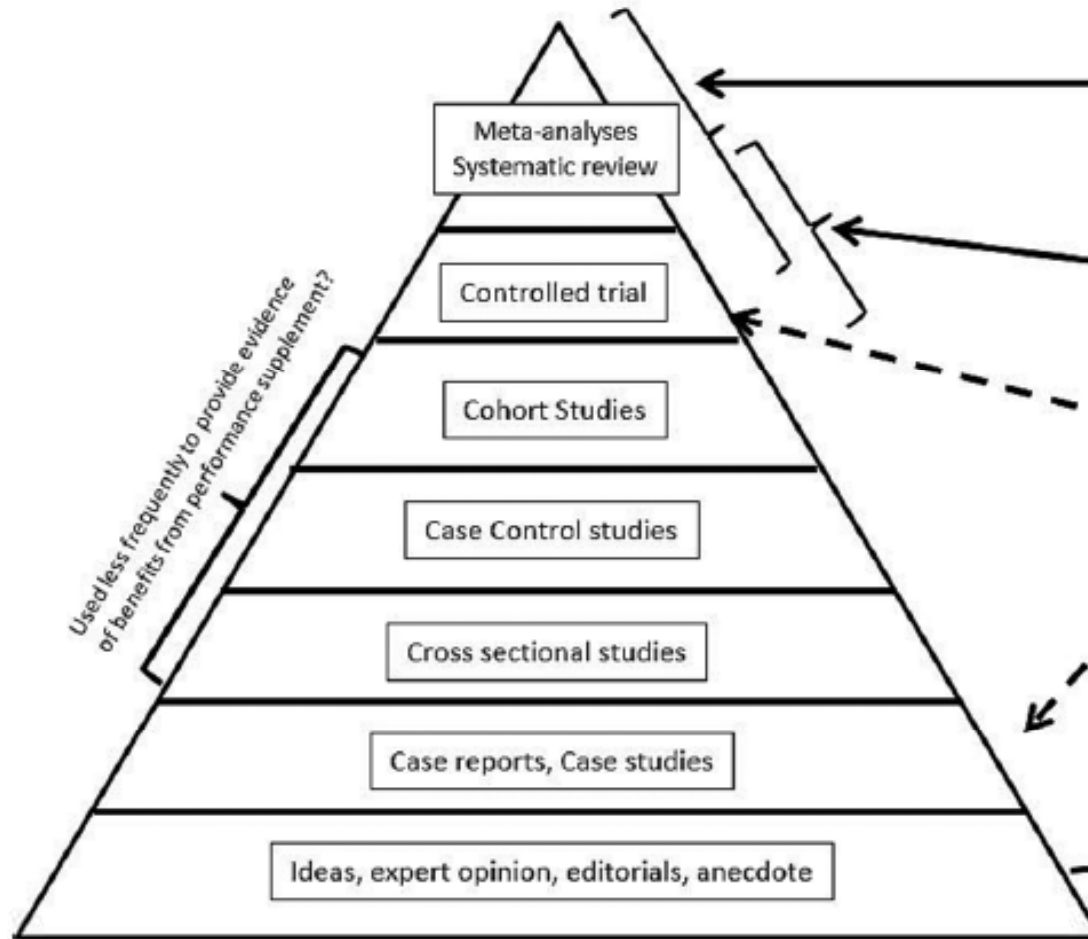
- Za správnost a obsah oznámení odpovídá provozovatele potravinářského podniku, který oznamuje uvedení doplňku stravy na trh.
- Ministerstvo zemědělství nezasílá potvrzení o splnění informační povinnosti
- V rámci notifikace **se neposuzuje účinnost ani kvalita**
- **Do procesu schvalování není žádným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

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?**

Hierarchy of Scientific Evidence



Evidence matrix for performance supplements

General:

(e.g. Does Supplement X work? how does it work, what is the best protocol? What type of events might it best work for?)

Specific

(e.g. Will this Supplement X protocol improve performance in 400 m swimming race? Will it improve marathon performance?)

Very Specific

(e.g. Will Supplement X enhance performance of **my** marathon in hot and humid conditions when I am also taking caffeine? Can **I** use Supplement X for both the morning heats and evening finals of my 400 m swim?)

Preliminary ideas/hypotheses

(e.g. What is Supplement X? How can it be used to alter metabolism? How might that be useful to a sports competition or training program? Is there any **basis** for thinking it might work?)

Hierarchy of evidence used to establish good practice focused on the issue of nutritional supplements.

Jak si vybrat doplňky stravy ve světle vědeckých studií

Mechanismus působení účinné látky

Významnost působení dané látky v kontextu sportovního výkonu/hypertrofie

Odlišnost běžné praxe vs. metodologie studie

Dávkování a frekvence užívání

Bezpečnost látky

Synergické působení s dalšími látkami v DS

Značka

Možná interakce s léčivými a potravinami

Jak jsou doplňky stravy skutečně důležité?



Světový antidopingový kodex

- Seznam zakázaných látek a metod dopingů pro rok 2019
- **1)** Látky a metody zakázané stále (9 kategorií)
- **2)** Látky zakázané při soutěži (4 kategorie)
- **3)** Látky zakázané v určitých sportech (1 kategorie)

- Aktuální seznam dopingových látek a zakázaných metod
- https://www.wada-ama.org/sites/default/files/wada_2019_english_prohibited_list.pdf

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 i více %	Cca 2	Cca 1–2 g
Hydrolyzát	70–80 %	Cca 7 g	4–6 g

- **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	10 g/h
Kaseinová	6 g/h

- Dělení kaseinových proteinů:

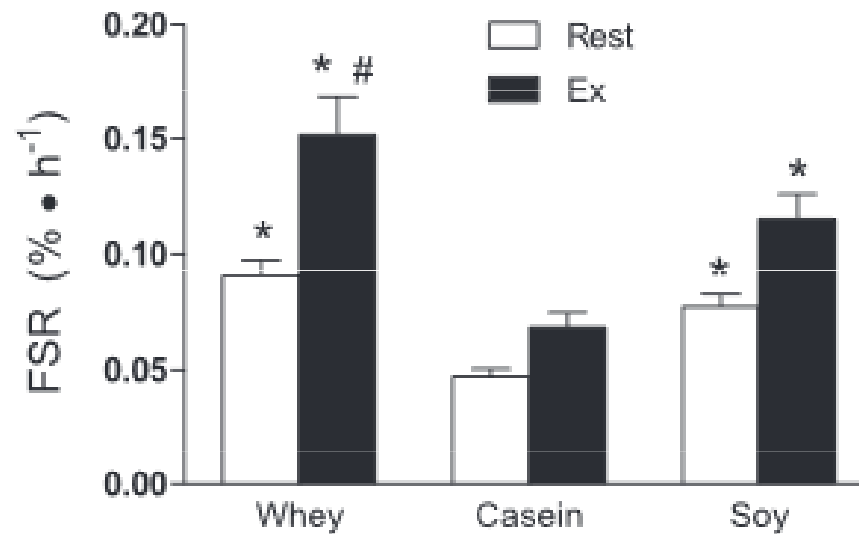
Druh kaseinu	Rozdíly ve struktuře, využitelnosti
Micelární kasein	Původní micely, ↓ rozpustnost, ↑ využitelnost
Kaseinát vápenatý	Denaturovaná bílkovina, ↑ rozpustnost, ↓ využitelnost

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 zažívacího ústrojí 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 vs. micellar casein at rest and after resistance exercise in elderly men)

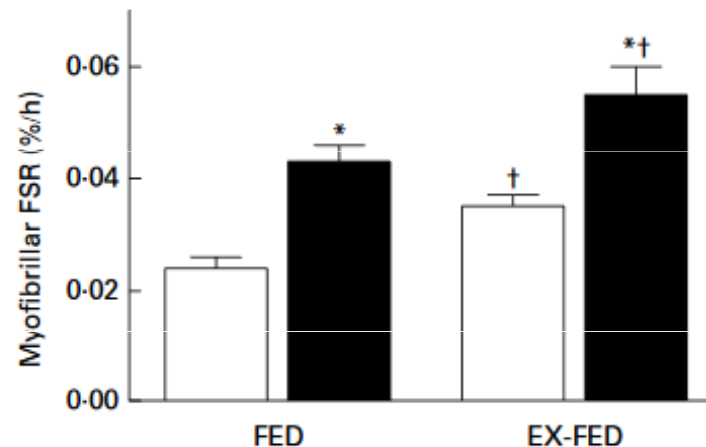
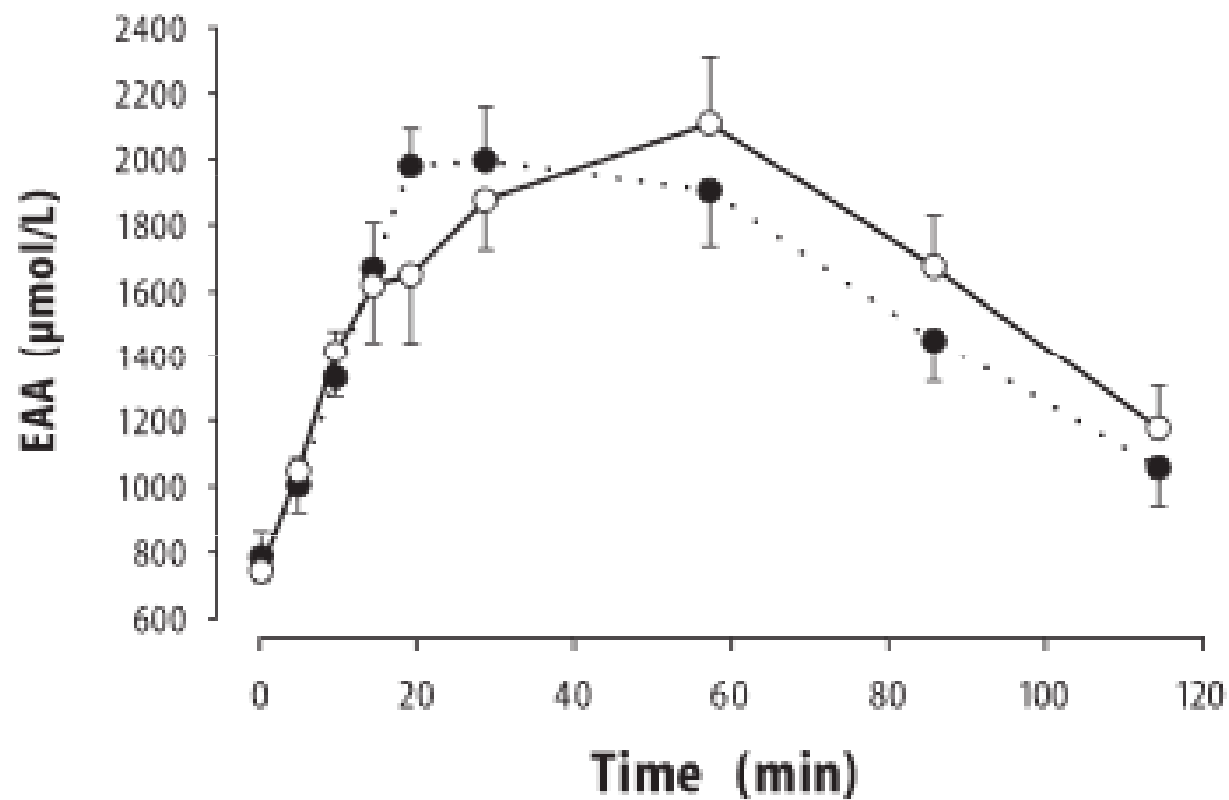


Fig. 1. Myofibrillar protein synthesis (fractional synthetic rate (FSR)) after ingestion of 20 g whey protein isolate (■) or micellar casein (□) at rest (FED) and after resistance exercise (EX-FED). Values are means with their standard errors represented by vertical bars (n 7). *Mean values were significantly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

Maximum koncentrace v krvi: Hydro vs. Koncentrát



Je hydro lepším budovatelem svalové hmoty
než obyčejný koncentrát?

Effects of Hydrolyzed Whey versus Other Whey Protein Supplements on the Physiological Response to 8 Weeks of Resistance Exercise in College-Aged Males

- 4x týdně trénink
- 2x30 g denně protein, před a po tréninku, v den bez tréninku mezi jídly
- **4 skupiny v příjmu:**
 - **Placebo se sacharidy**
 - **WPC**
 - **WPC s laktoferinem**
 - **WPH**

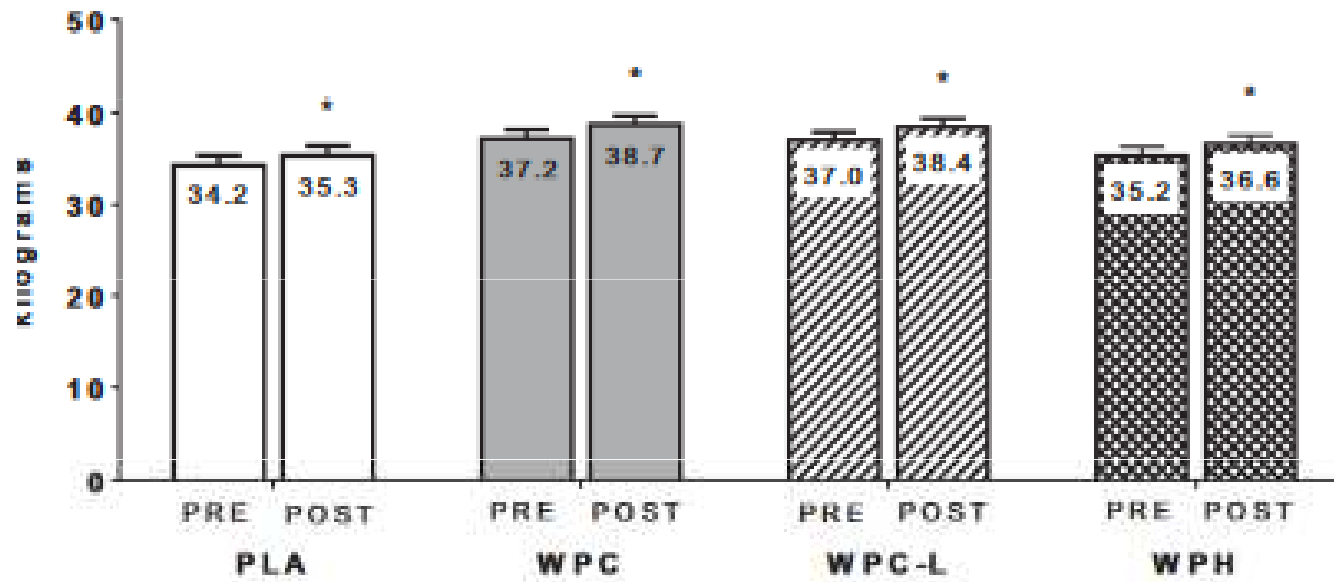
Treatment	PRE		Average for Weeks 1-8		Change Score
	Mean	SEM	Mean	SEM	
Energy consumed (kcal/kg/d)					
PLA	40.0	2.6	41.6	1.6	1.6
WPC	25.9	2.3	31.9	1.4	6.0
WPC-L	27.6	2.2	31.7	1.4	4.1
WPH	29.2	2.4	30.2	1.5	1.0
Protein consumed (g/kg/d)					
PLA	1.45	0.20	1.58	0.13	0.12
WPC	1.11	0.15	1.85	0.10	0.74
WPC-L	1.31	0.15	1.97	0.09	0.66
WPH	1.33	0.17	1.90	0.11	0.57
Carbohydrate consumed (g/kg/d)					
PLA	5.07	0.39	5.15	0.26	0.08
WPC	3.24	0.34	3.37	0.23	0.13
WPC-L	3.34	0.33	3.29	0.22	-0.05
WPH	3.33	0.36	3.26	0.24	-0.08
Fat consumed (g/kg/d)					
PLA	1.40	0.13	1.39	0.08	-0.01
WPC	0.92	0.12	1.11	0.07	0.19*
WPC-L	1.07	0.11	1.14	0.07	0.07
WPH	1.20	0.12	1.01	0.07	-0.19

PLA = placebo, WPC = 80% whey protein concentrate, WPC-L = high-lacto-ferrin WPC, WPH = extensively hydrolyzed WPC.

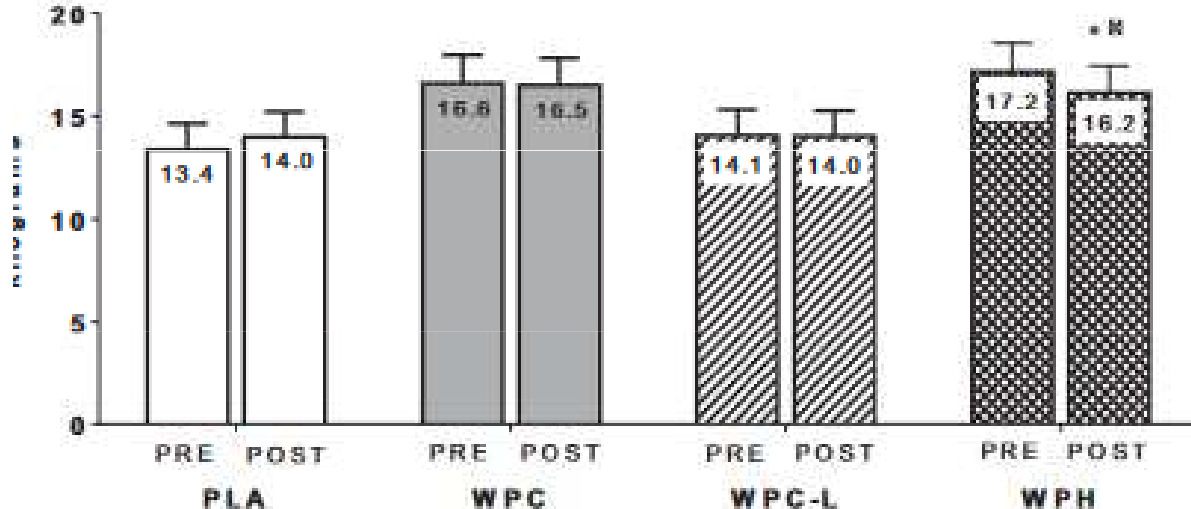
*These macronutrient consumption data are from self-reported food logs prior to (PRE) and during (weeks 1, 4-5, and 8) the intervention and are presented as mean ± SEM.

*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001

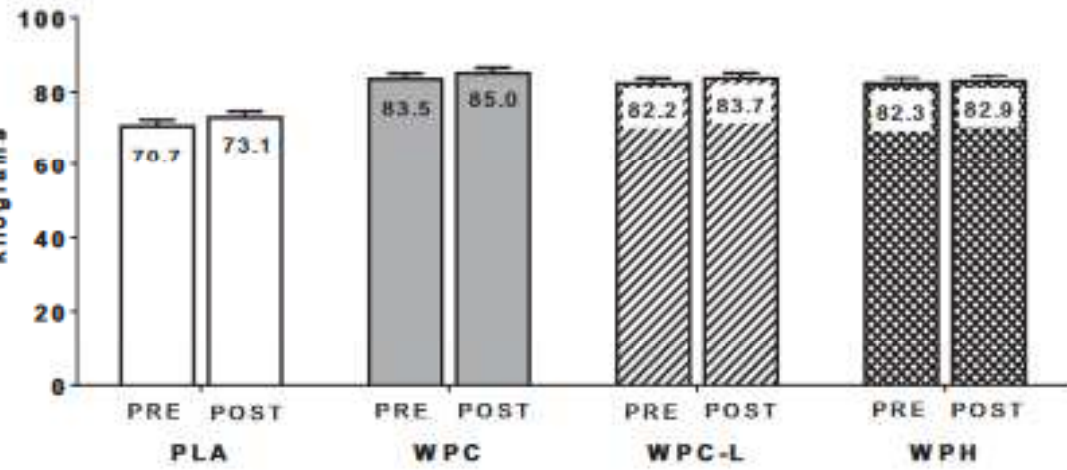
Total body muscle mass



Fat mass



Body mass



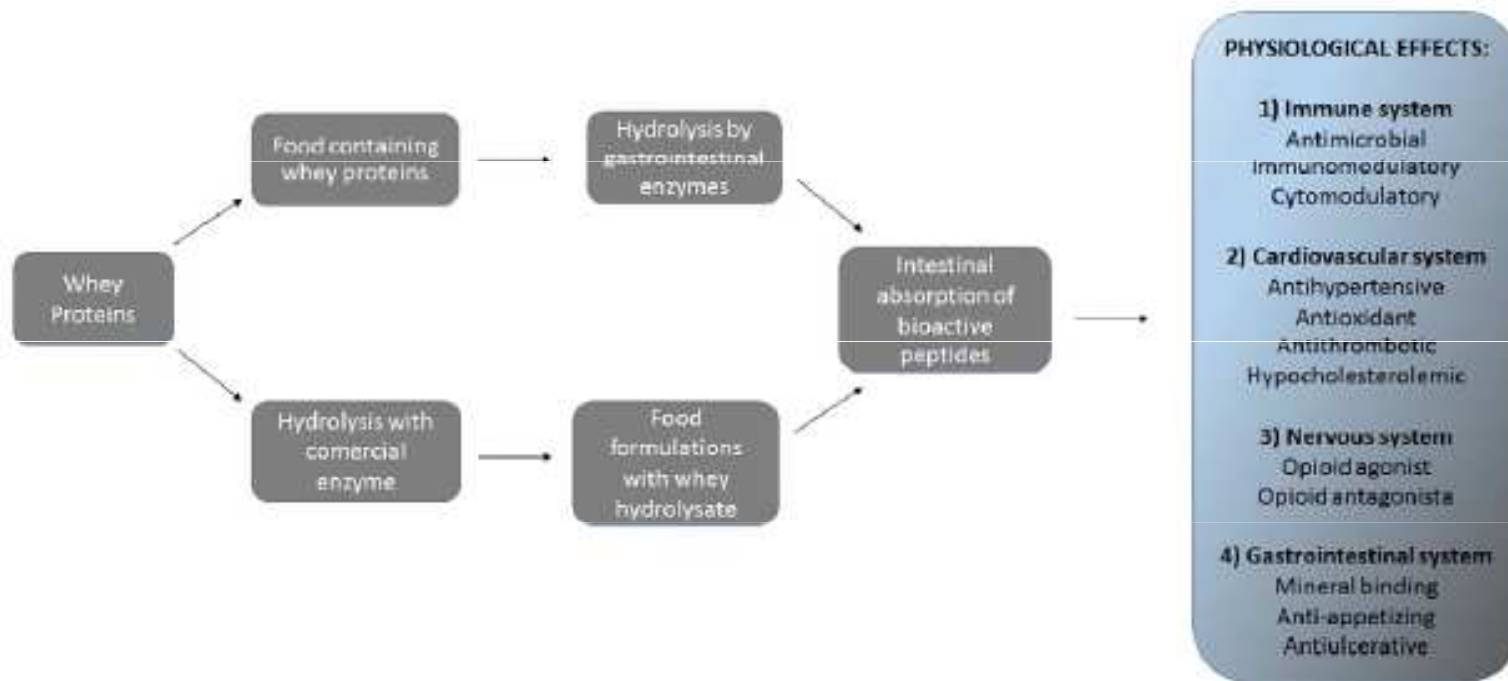
Syrovátkový protein (Whey protein)

- 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

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)

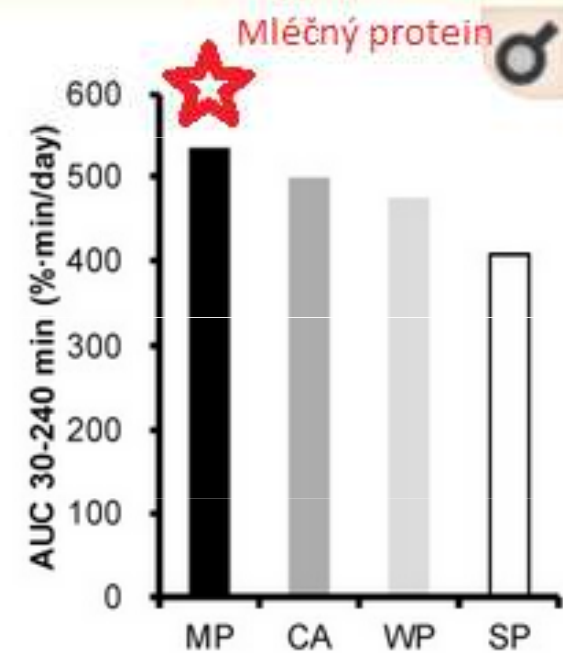
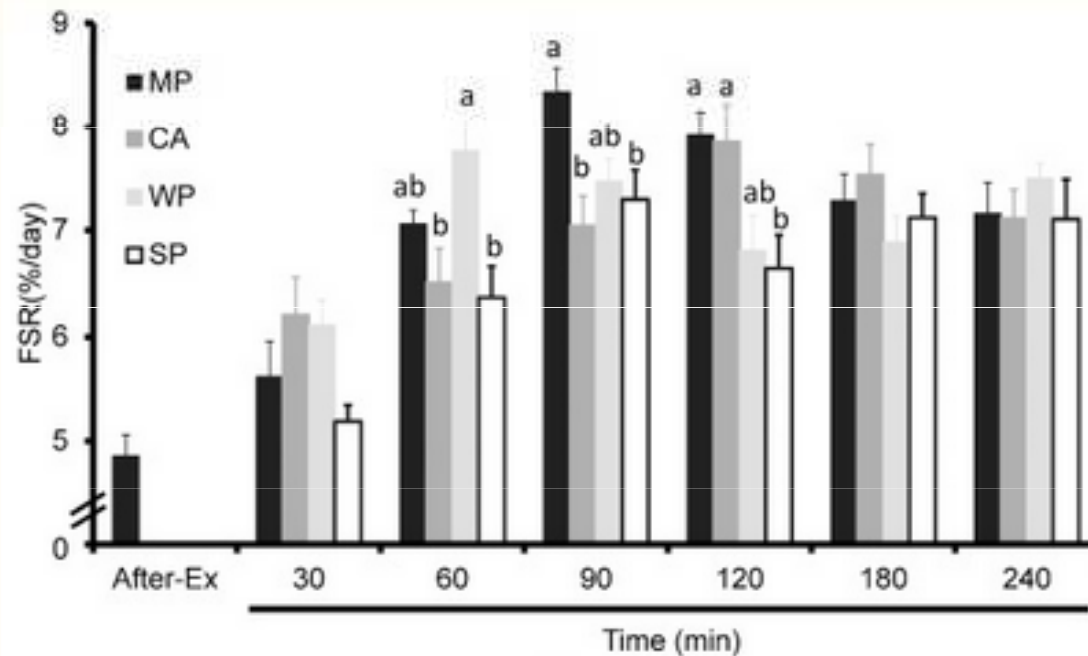
- **1 porce:**

0,25 g bílkoviny na kg TH

20–40 g bílkoviny v absolutním množství

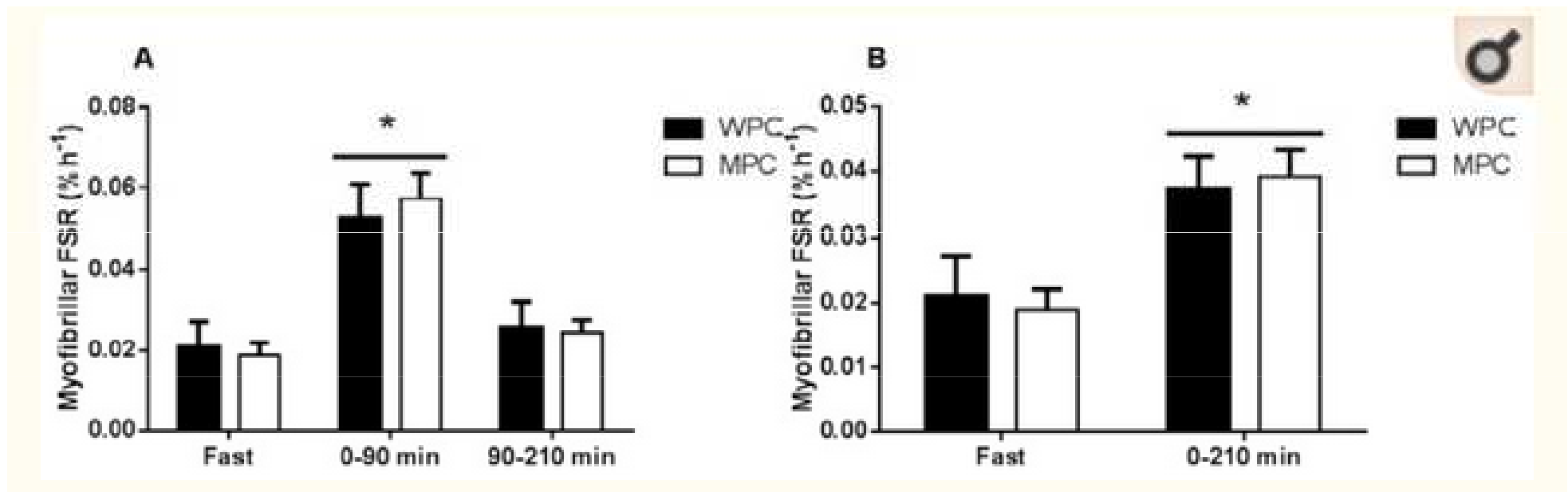
Effects of Whey, Caseinate, or Milk Protein Ingestion on Muscle Protein Synthesis after Exercise

- Popis studie: Byl porovnáván vliv syrovátkového proteinu (WPC), kaseinátu (CA), mléčného proteinu (CA:WPC 4:1) a sojového proteinu (SP) na parametry stimulace tvorby svalových bílkovin (FSR).
- Materiál: 237 krys, nejedná se tedy o studii na lidech. Požití proteinu bylo po 2 hodinách plavání



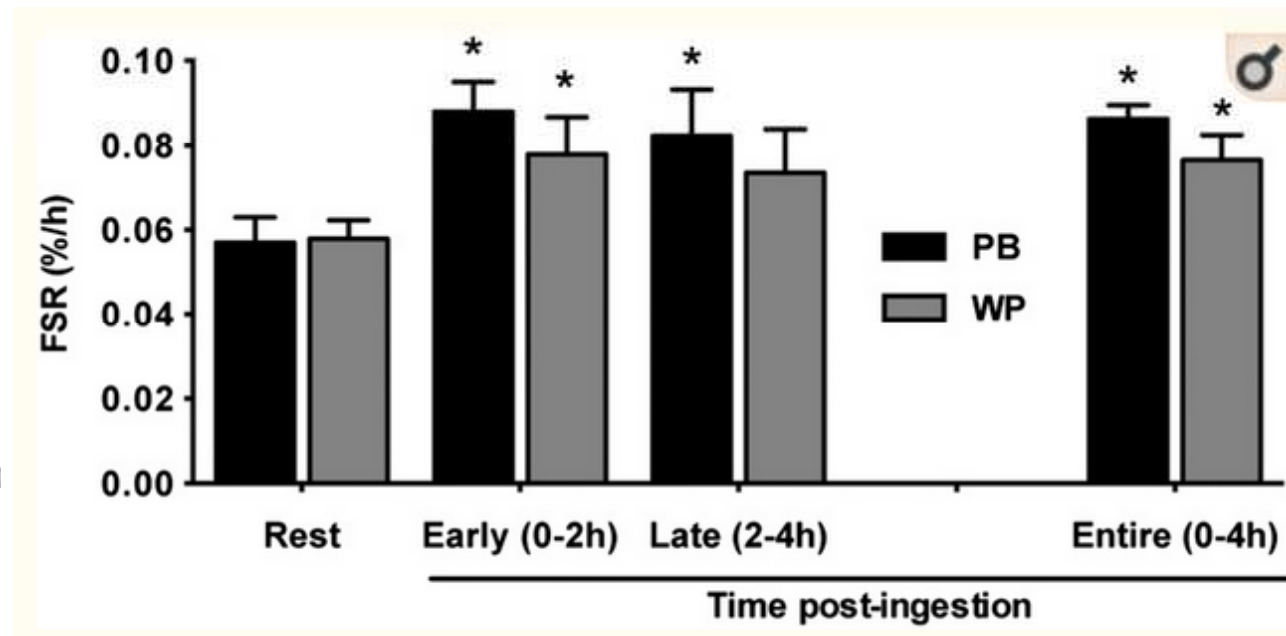
Consumption of Milk Protein or Whey Protein Results in a Similar Increase in Muscle Protein Synthesis in Middle Aged Men

- Participants were randomly assigned to consume either **20 g of Milk Protein Concentrate (MPC)** 485 (Fonterra Co-operative Group Ltd., Auckland, New Zealand) or **20 g of Whey Protein Concentrate (WPC)**, without resistance training



Protein Blend Ingestion Following Resistance Exercise Promotes Human Muscle Protein Synthesis

- In this double-blind, randomized, clinical trial, 19 young adults were studied before and after ingestion of ~19 g of protein blend (PB) or ~18 g whey protein (WP) consumed 1 h after high-intensity leg RE
- We show for the first time, to our knowledge, **that a soy-dairy PB (25% soy, 25% whey, and 50% casein)** is capable of stimulating muscle growth to a similar extent as WP through a marked elevation in muscle protein synthesis and skeletal muscle mTORC1 signaling



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.

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, zahušřovadlo (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, lněné semínko, středně rozvětvené triglyceridy (MCT), kaseinát sodný (mléko), glukózový sirup, emulgátor (E 472 c), přírodní aroma, sladidlo (sukralóza).

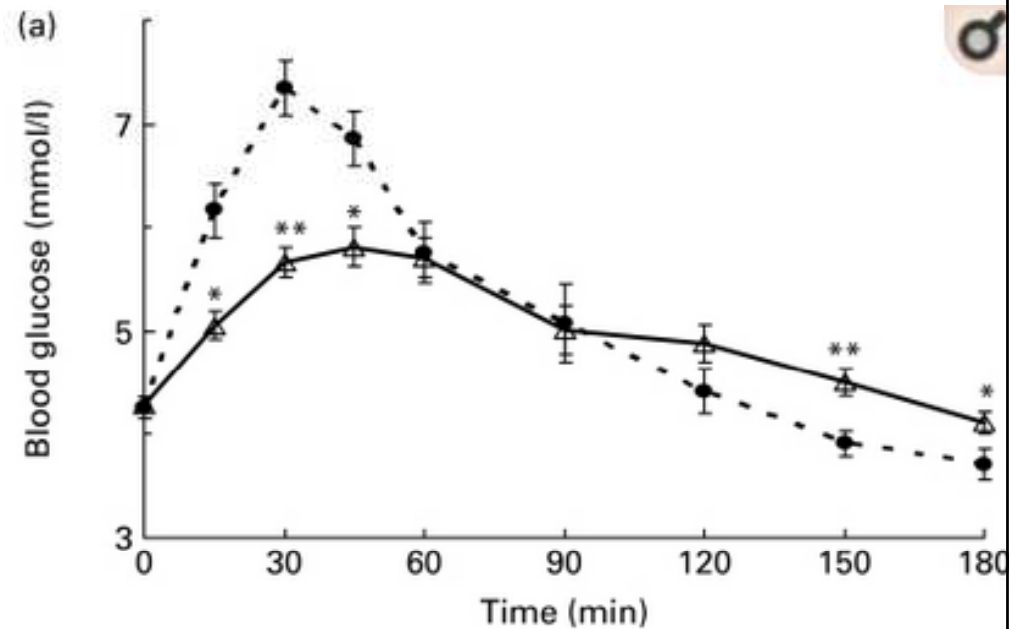
Příchuť bílá čokoláda/pralinky: Dextróza, 20 % modifikovaný škrob, 13,7 % syrovátkový proteinový koncentrát, sladká sušená syrovátka, 8,7 % mléčný proteinový izolát, fruktóza, 2,3 % kreatin monohydrát, karamelizovaný cukr, 1% sušený vaječný bílek, emulgátory (mono- a diglyceridy mastných kyselin), palmový 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).

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

Palatinóza (Isomaltulóza)

- Disacharid tvořený glukózou a fruktózou α -1,6-glykosidickou vazbou
- Nekariogenní (nezpůsobuje zubní kaz)
- Tento typ vazby pomalejší štěpení \rightarrow GI 32
- Lehce nasládlá chuť, cca 50 % sacharózy



Srovnání glykemie po podání 50 g iso vs. sacharózy

Sportovní (iontové) nápoje

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

Další konkrétní výrobky užívané ve sportu

- **Isostar Hydrate and Perform**: směs sacharózy, glukózového sirupu a maltodextrinu, NaCl, hořčík, vápník, vitamin C, E a thiamin
- **Nutrend IsoDrinx**: směs sacharózy, glukózového sirupu a maltodextrinu, NaCl, kofein, vitamin C, E a B
- **Nutrend UNISPORT**: cukr, NaCl, draslík, taurin, alanin, karnitin,
Hlavní nevýhoda: při dodržení doporučeného dávkování výrobcem sportovec přijme velmi málo živin

Ideální koncentrace nápoje pro příjem sacharidů během vytrvalostní zátěže

Pro vytrvalostní zátěž se proto jeví jako nejlepší isotonický iontový nápoj s koncentrací sacharidů 6–8 %, který se dobře vstřebává z trávicího traktu do krve a dodá jak tekutiny, tak zároveň podstatné množství sacharidů. Sportovec by měl prostřednictvím tohoto nápoje přijmout 0,4–0,8 l tekutiny za hodinu.

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

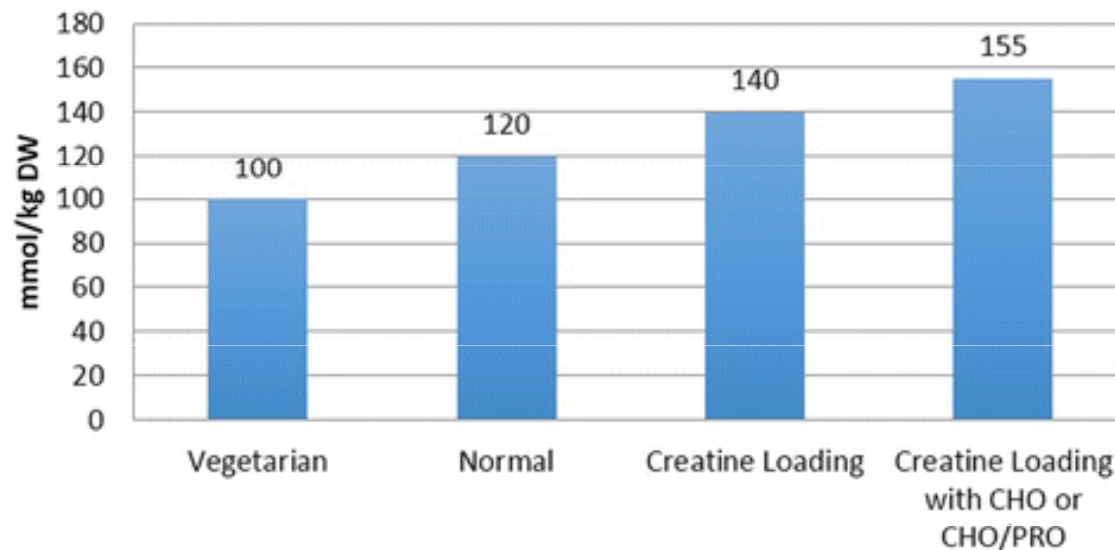
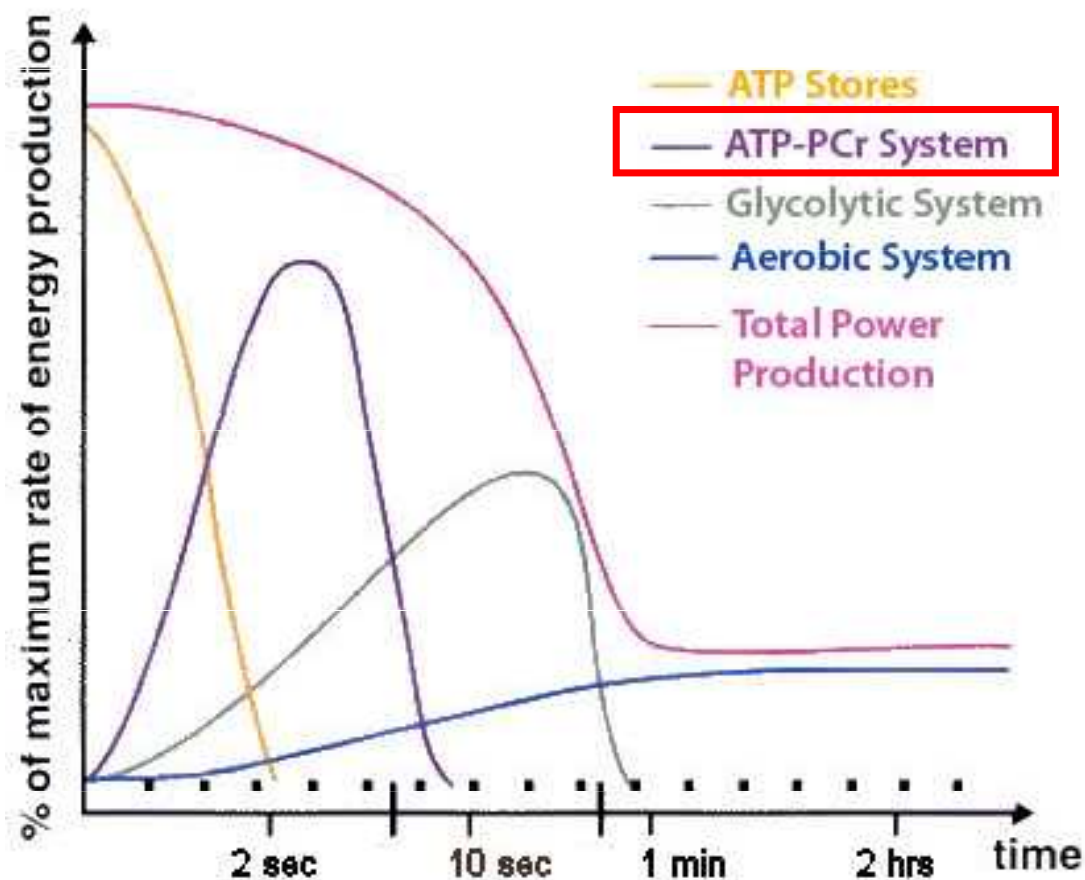


Fig. 4

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 <u>Výhody:</u> Rychlejší nasycení kreatinem, rychlejší nárůst síly, TH <u>Nevýhody:</u> Možné vyšší ztráty do moče při nasycovací fázi	Po celou dobu užívání: 5 g <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 pocíťovanou 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**), např. u méně kvalitních proteinů

BCAA a doplňky stravy

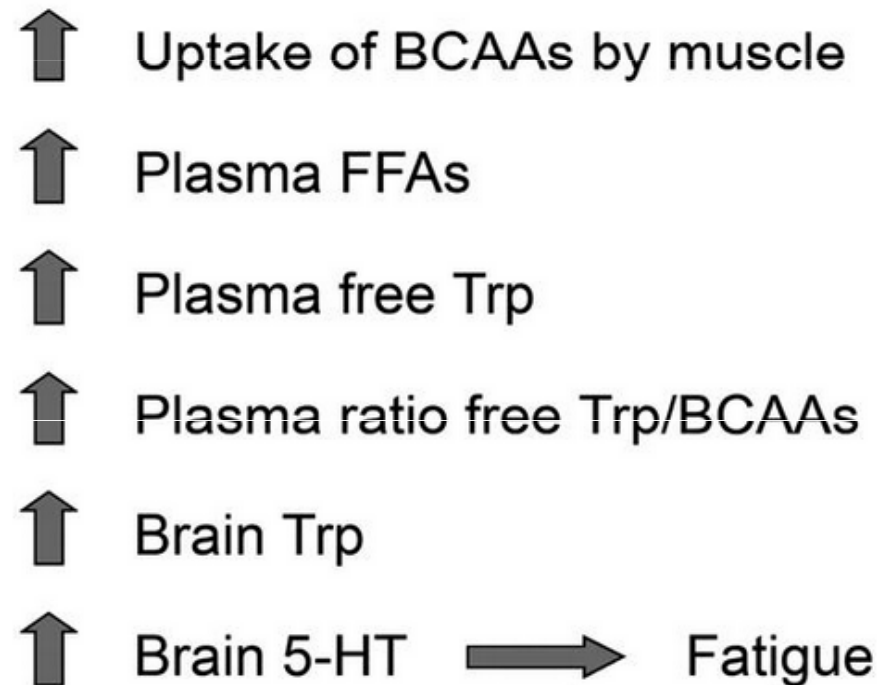
- Různé poměry aminokyselin:
 - **2 : 1 : 1 zlatý standard**
 - 4 : 1 : 2
 - 5 : 1 : 1
 - 8 : 1 : 1
- BCAA: **velmi hořká chuť**, proto často **ochucená instantní forma** (z důvodu přítomnosti aditiv často obsah BCAA pouze 50–90 %)

BCAA ^{PL1}

- BCAA mohou snižovat míru pocit'ovaného úsilí
- BCAA mohou snižovat psychickou únavu
- Zároveň mohou zvyšovat produkci amoniaku
- Tyto „výhody“ však ve většině studií nevedly k lepšímu výkonu
- BCAA mohou snižovat rozpad svalových bílkovin během tréninku a bolestivost svalů po tréninku (to ale i např. sacharidy a obecně zvládnutá výživa kolem tréninku)

Možný mechanismus působení BCAA na snížení únavy

Changes During Exercise



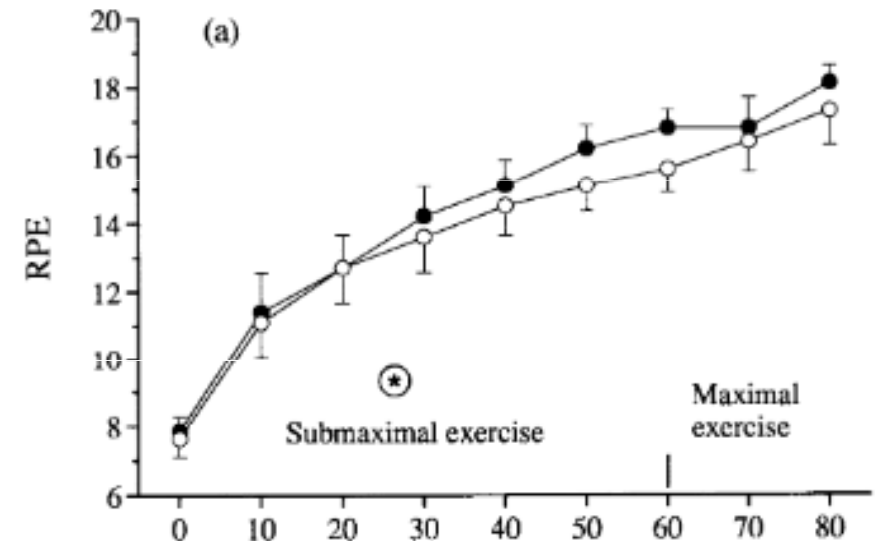
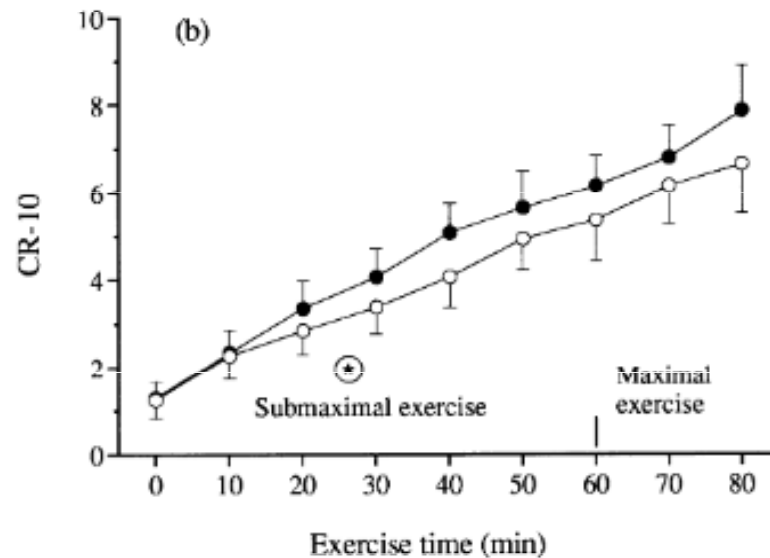
Snímek 50

PL1

Petr Loskot, 4/22/2019

Blomstrand (1997), Influence of ingesting a solution of branched-chain amino acids on perceived exertion during exercise

- Dávka BCAA 90 mg/kg TH, *Immediately before exercise and every 15 min during exercise, the subjects were given 150±200 ml of either an aqueous solution containing 7 g/l of BCAAs or Placebo*
- *60 min, 70 % VO₂ max poté 20 min na maximální možný výkon*



- Supplementace BCAA snížila v rozmezí 0–60 min: RPE o pouze 7 %, psychická únava o 15 %, nicméně bez vylepšení výkonu v posledních 20 minutách na maximální výkon

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??

ESPEN Guidelines a glutamin

- Několik guidelines ESPENu dává doporučení k podávání glutaminu
- **ESPEN guideline: Clinical nutrition in surgery (2017)**
- **ESPEN endorsed recommendations: Nutritional therapy in major Burns (2013)**
- **ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Intensive care (2006)**

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 CNS a soustředění

Podpora spalování tuku

Přehled látek v pre-workoutech

Látka	Účinek	Obvyklá dávka v preworkoutu
Kofein	Zvýšení koncentrace	100–300 mg
Citrulin malát	Tvorba NO → prokrvení, zvýšení výkonu	5–8 g
Arginin	Tvorba NO → prokrvení	2–4 g
Arginin-alfa-keto-glutarát (AAKG)	Tvorba NO → prokrvení	2–4 g
Taurin	Podpora koncentrace??? Pochybnosti	0,5–2 g (2 g max dle legislativy)
Tyrosin	Podpora koncentrace a kognice → neprůkazné	1–2 g
DMAE	Látka podobná cholinu, účinky neprůkazné	20 mg (max dle legislativy)
Acetyl-karnitin	Podpora mozkové činnosti	500 mg (max dle legislativy)
Kreatin	Podpora síly (pouze dlouhodobé užívání)	1–5 g
Cholin bitartrát	Kognitivní funkce → málo průkazné	0,5–2 g čistého cholinu
BCAA	Ochrana svalové hmoty (hlavně dieta)	1–5 g
Betain	https://examine.com/supplements/trimethylglycine/	0,5–1,5 g

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, k jeho tvorbě dochází pozvolněji
- **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 svalů 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
- 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	20–50 mg a více	Termogenní účinek
Extrakt ze zeleného čaje	300–500 mg	Účinná látka: EGCG
Bioperin (Piperin, černý pepř)	5–10 mg	Podpora vstřebání EGCG
CLA	200–1000 mg	Velmi málo účinné

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**

Jaké množství kofeinu je bezpečné dlouhodobě přijímat?

Scientific Opinion on the safety of caffeine¹

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA)^{2,3}

European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italy

ABSTRACT

Following a request from the European Commission, the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies was asked to deliver a scientific opinion on the safety of caffeine, providing advice on caffeine intakes, from all dietary sources that do not give rise to concerns about adverse health effects for the general healthy population and subgroups thereof. Possible interactions between caffeine and other constituents of so-called “energy drinks”, alcohol, *p*-synephrine and physical exercise should also be addressed. Single doses of caffeine up to 200 mg (about 3 mg/kg bw for a 70-kg adult) do not give rise to safety concerns. The same amount does not give rise to safety concerns when consumed < 2 hours prior to intense physical exercise under normal environmental conditions. Other constituents of “energy drinks” at typical concentrations in such beverages (about 300–320, 4 000 and 2 400 mg/L of caffeine, taurine and D-glucurono- γ -lactone, respectively), as well as alcohol at doses up to about 0.65 g/kg bw, would not affect the safety of single doses of caffeine up to 200 mg. Habitual caffeine consumption up to 400 mg per day does not give rise to safety concerns for non-pregnant adults. Habitual caffeine consumption up to 200 mg per day by pregnant women does not give rise to safety concerns for the fetus. Single doses of caffeine and habitual caffeine intakes up to 200 mg consumed by lactating women do not give rise to safety concerns for breastfed infants. For children and adolescents, the information available is insufficient to derive a safe caffeine intake. The Panel considers that caffeine intakes of no concern derived for acute caffeine consumption by adults (3 mg/kg bw per day) may serve as a basis to derive single doses of caffeine and daily caffeine intakes of no concern for these population subgroups.

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)

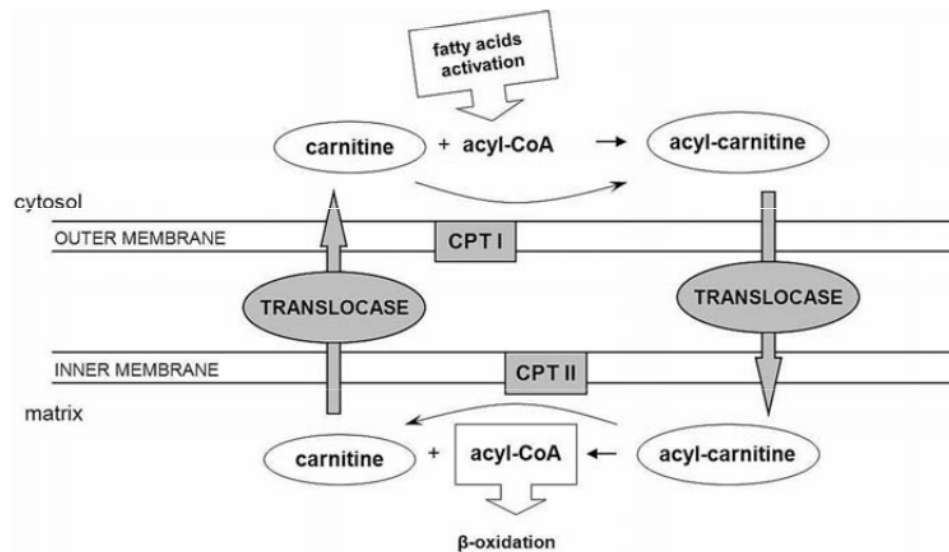
- Jeho maximální denní dávka v DS omezena legislativně na příjem **20 mg** (Vyhláška č. 58/2018 Sb.)
- **Ve studiích zkoumající jeho účinky dávky mnohem vyšší cca 50 mg i více**
Stohs 2011, (A Review of the Human Clinical Studies Involving *Citrus aurantium* (Bitter Orange) Extract and its Primary Protoalkaloid *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**
- Suplementace 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	„Na pomezí“	„Horší“ zdroj
Bílkovina	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mléčná bílkovina 2) Syrovátkové bílkoviny 3) Micelární kasein 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kaseináty 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sójová bílkovina 2) Kolagen 3) Rostlinné proteiny
Sacharidy	<ol style="list-style-type: none"> 1) Polyoly (erythritol, maltitol) 2) Obilné škroby, mouky a vločky 		<ol style="list-style-type: none"> 1) Jednoduché sacharidy 2) Glukózové sirupy
Tuky	<ol style="list-style-type: none"> 1) Kakaová a ořechová másla 2) Řepkový olej 3) Kakaové boby 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Extra panenský kokosový 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Rostlinné oleje tropických palm (kokosový, palmový, palmojádrový) 2) Slunečnicový
Vláknina	<ol style="list-style-type: none"> 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

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].