

Doplňky stravy pro silový sport

Mgr. Petr Loskot

Ústav ochrany a podpory zdraví, LF MUNI

23.3.2021

Obsah prezentace

- Legislativní rámec doplňků stravy (DS)
- Obecné důvody pro použití DS a podle čeho je vybírat?
- Proteinové DS, proteinové tyčinky
- Gainery, sacharidy a iontové nápoje
- Multivitaminy a multiminerály
- Kreatin, BCAA, glutamin
- Látky označované jako spalovače tuku a předtréninkové stimulanty

Doplňky stravy

Potraviny, léčiva, nebo něco mezi?

Definice DS v českém právní prostředí (Zákon č. 110/1997 Sb)

- **Doplněk stravy je potravina**, 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**.

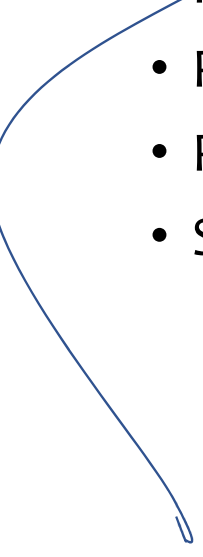
Definice DS (SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2002/46/ES)

- **Doplňky stravy jsou 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.

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
-
- upozornění, že doplňky stravy nejsou náhradou pestré stravy, neměli bychom překračovat doporučené dávkování, uchovávat je mimo dosah dětí atd.
- 

Jak je to s tvrzením, že DS nejsou vhodné pro děti, těhotné a kojící?

- d) údaje o obsahu vitaminů a minerálních látek i v procentech referenční hodnoty příjmu uvedené v příloze č. XIII přímo použitelného předpisu Evropské unie⁵⁾, přičemž tento údaj lze uvést i v grafické podobě,
- e) doporučené denní dávkování,
- f) varování před překročením doporučeného denního dávkování,
- g) upozornění, aby byly výrobky uloženy mimo dosah dětí,
- h) upozornění, že doplňky stravy nejsou náhradou pestré stravy,
- i) upozornění „Nevhodné pro těhotné ženy“ u doplňků stravy obsahujících více než 800 µg (RE) vitamínu A v denní dávce,
- j) upozornění „Může snižovat srážlivost krve“ u doplňků stravy obsahujících rostlinu Ginkgo biloba (jinan dvoulaločný),
- k) upozornění na nutnost přerušení konzumace a vyhledání lékaře při jakémkoliv podezření na jaterní onemocnění u doplňků stravy obsahujících rostlinu Cimicifuga racemosa (ploštičnik hroznovitý) nebo její extrakty a
- l) upozornění na nevhodnost pro děti, mládež, těhotné a kojící ženy, dále pro osoby užívající hypolipidemika a osoby s onemocněním ledvin, jater a se svalovými poruchami u doplňků stravy s obsahem monakolinu K.

Závěr: Uvádění tohoto tvrzení na DS je do jisté míry alibismus výrobců DS – nemají k tomu žádnou zákonnou povinnost.

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

2. Podmínky použití některých dalších látek jiných než rostliny

Další látka	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> (kotvičnick 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 uváděných na obale DS**
- **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

Příklady zdravotních, výživových a zavádějících tvrzení

Zdravotní tvrzení: Hořčík přispívá ke snížení míry únavy a vyčerpání

Zdravotní tvrzení: Vitamin C přispívá k udržení normální funkce imunitního systému během intenzivního fyzického výkonu a po něm

Zdravotní tvrzení: Iontové nápoje přispívají k udržení výkonnosti při delším vytrvalostním fyzickém výkonu

////////////////////////////////////

Výživové tvrzení: S VYSOKÝM OBSAHEM BÍLKOVIN - pokud bílkoviny představují alespoň 20 % energetické hodnoty potravin

////////////////////////////////////

Zavádějící tvrzení: Běžná strava neposkytuje dostatek vitaminů, řešením je náš multivitamin!

Zavádějící tvrzení: Vitamin D působí preventivně proti zlomeninám a osteoporóze

Světový antidopingový kodex WADA

- Seznam zakázaných látek a metod dopingů pro rok 2018
- **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 platný od 1.1.2021**
- https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/2021list_en.pdf

- **DS vyrobené v EU by neměly obsahovat látky na seznamu WADA**

Uvádění DS na trh

- **Obecné požadavky na DS se řídí potravinovou legislativou, musí splňovat normy kladené na potraviny, DS nejsou léčiva!**
- **Od 1.1.2015:** PPP (provozovatel potravinářského podniku) notifikační povinnost na **Ministerstvo zemědělství (MZ)**, 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 na MZ **se neposuzuje účinnost, kvalita ani skutečné složení DS**
- **Do procesu schvalování není žádným způsobem zahrnuto Ministerstvo zdravotnictví ani Státní zdravotní ústav, natož pak Státní ústav pro kontrolu léčiv (SÚKL)!**
- **SÚKL ale řeší např. výskyt léčiv v doplňcích stravy**

Co doplňky stravy nesmí obsahovat?

Přehled

Povolené látky v množství, které však nevyhovuje nejvyšší přípustné denní dávce

Látky, které jsou považovány za léčiva

Látky psychotropní a halucinogenní

Zakázané bylinné extrakty – **pozor na původ z USA!**

Anabolické steroidy, (pro)hormony - **pozor na původ z USA!**

Nadlimitní množství těžkých kovů, kontaminantů – **může být problém u DS z Asie**

Nadlimitní množství bakterií

Menší množství účinných látek, než je uvedeno na obale

Na obale a e-shopech: Zavádějící tvrzení, která klamou spotřebitele

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 – velmi diskutabilní!!!
- Ale i... **rekonvalescence po nemoci, stáří, onemocnění, určité období roku**

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

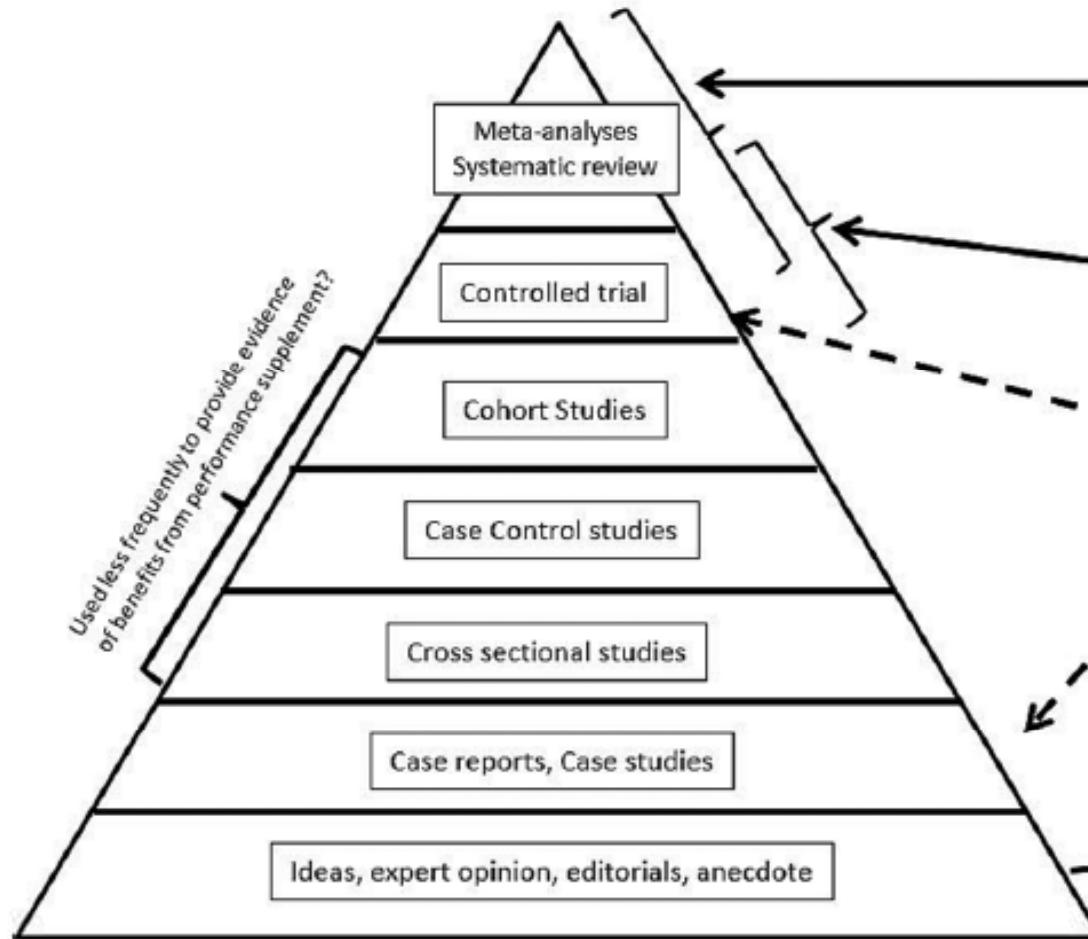
Bezpečnost látky

Synergické působení s dalšími látkami v DS

Značka

Možná interakce s léčivými a potravinami

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?)

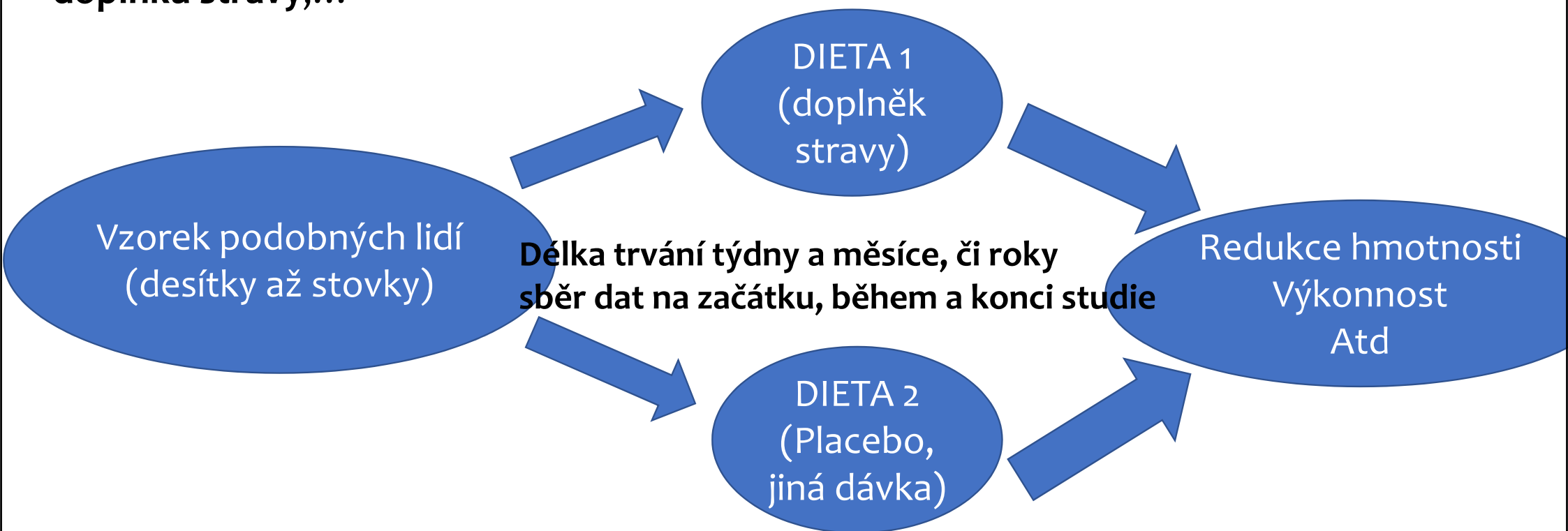
Preliminary ideas/hypotheses

(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.

Randomizované kontrolované studie (RCT)

- Jsou kvalitnější než kohortové studie, nicméně mnohem těžší na dlouhodobé provedení. Takto se porovnává efekt určité intervence - např. účinek diet (redukce hmotnosti), **doplňků stravy,...**



Meta-analýza

Data ze studie

Data ze studie

Data ze studie

Data ze studie

Data ze studie

Meta-analýza dat ze menších studií
→ **Silnější důkaz**

Zároveň riziko kombinace méně a více kvalitních studií, upozadění důležitých detailů v metodice

Sběr dat z menších dříve provedených studií stejného typu (např. jen RCT)

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: Bližší pohled na složení

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

Výroba proteinů

Filtrační metody	Metoda iontové výměny
Ultrafiltrace, mikrofiltrace, nanofiltrace	Použití chemických činidel a elektřiny
Novější, modernější metody	Levnější, zastaralá metoda
Hodnotnější nedenaturovaný protein se zachovanými biologicky aktivními frakcemi	Poškození a denaturace proteinu, který ztrácí tyto frakce
Výsledkem je protein stimulující růst svalové hmoty	Výsledkem je protein stimulující růst svalové hmoty

Hydrolýza

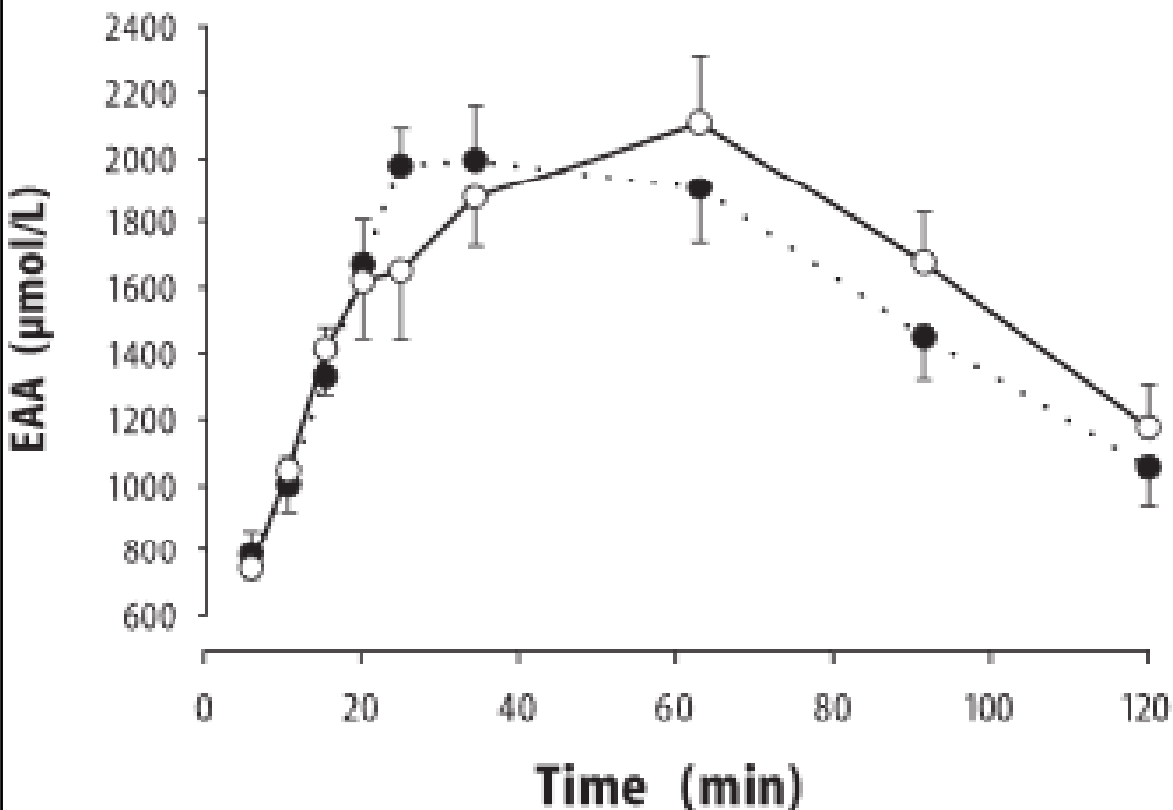
Naštěpení („předtrávení“) proteinu – dáno hodnotou DH (degree of hydrolysis)

Zánik biologicky aktivních frakcí

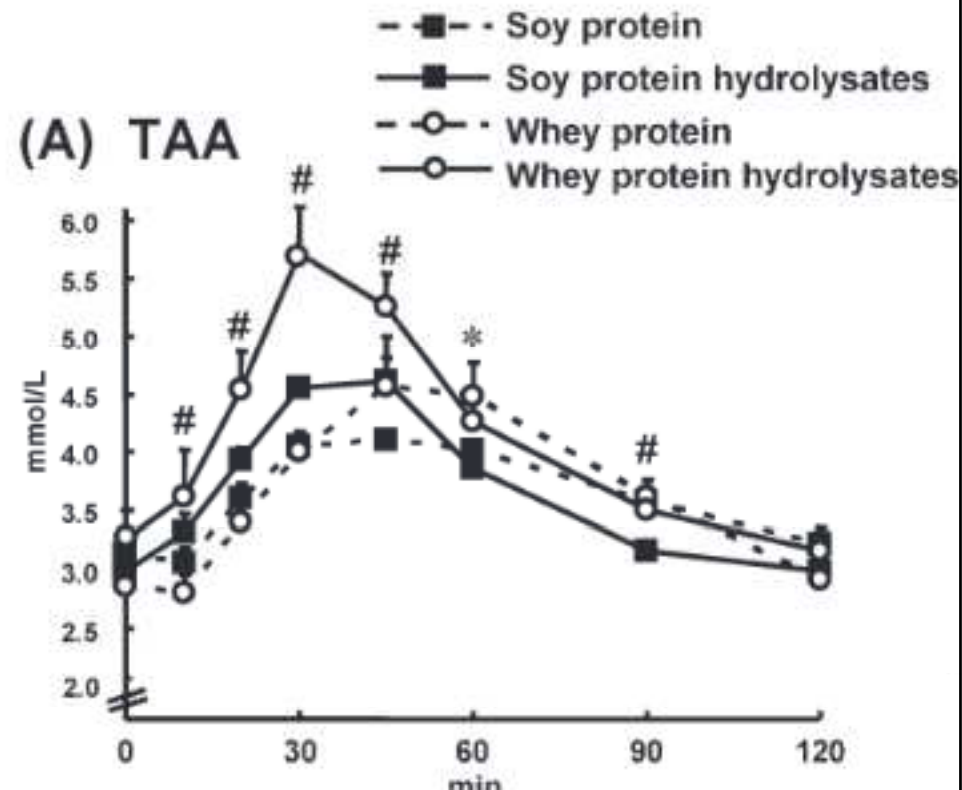
Rychlejší vstřebatelnost → nemá aditivní vliv na růst svalové hmoty

ALE Možná výhodnost pro rychlejší regeneraci při častém tréninku

Maximum koncentrace v krvi: Hydro vs. Koncentrát



Maximum koncentrace v krvi: Whey Hydro vs. WPC vs. SPH vs. SPI



Hydrolyzáty a krátké di-/tripeptidy se vstřebávají rychleji než celé zdroje bílkoviny nebo volné aminokyseliny

Možné výhody hydrolyzátů pro sportovce

Studie	Výsledek
Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise (Buckley, 2010)	Rychlejší návrat síly po tréninku srovnání WPI vs. WPH vs. placebo bez vlivu na bolest po tréninku (příliš krátké sledování??? po dobu 24 hod)
Whey protein isolate attenuates strength decline after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals (Cooke, 2010)	Rychlejší návrat silových schopností po tréninku srovnání WPH vs. sacharidy
Carbohydrate and protein hydrolysate coingestions improvement of late-exercise time-trial performance (Saunders, 2009)	Srovnání konzumace sacharidů vs. sacharidy+WPH během jízdy na kole (60 km) a po něm – S+WPH lepší čas závodu, nižší hladiny látek značící poškození svalů (LD) a bolestivosti svalů

Nejčastěji používaná aditiva v proteinech

Přídatná látka	Důvod použití/Funkce	Bezpečnost
Guarová, xanthanová guma	Zahušťovadlo (lepší chuťové vlastnosti, „mouthfeel“)	V pořádku
Lecitin	Emulgátor (rozpustnost)	V pořádku
Barviva	Barva 😊	Vybírat si přírodní
Sukralóza, acesulfam K, aspartam	Sladidlo	V běžně přijímaných množstvích v pořádku
Steviol-glykosidy	Sladidlo	V pořádku
Erythritol, maltitol (Spíše tyčinky)	Sladidlo	V pořádku
Přidávané aminokyseliny	„Protein spiking“ – záměrné snížení obsahu samotného proteinu, přidání levných aminokyseliny – nižší náklady	Nekalé praktiky výrobců

Rychlost stravitelnosti: Proteinové přípravky původem z mléka i další zdroje bílkovin

- Kravské mléko: nejčastější surovina pro výrobu, obsahuje 2 druhy bílkovin
- Syrovátková a kaseinová bílkovina (**poměr cca 1:4**)

Zdroj proteinů	Rychlost vstřebávání (g/h)
Syrovátkový koncentrát/izolát	8–10
Micelární kasein	6
Mléčný protein	3,5
Izolát sójové bílkoviny	3,9
Protein vařeného vejce	2,9
Protein syrového vejce	1,3
Hrachový protein	2,4–3,5
Smíšené jídlo s obsahem proteinů z masa	3–5 g/h

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

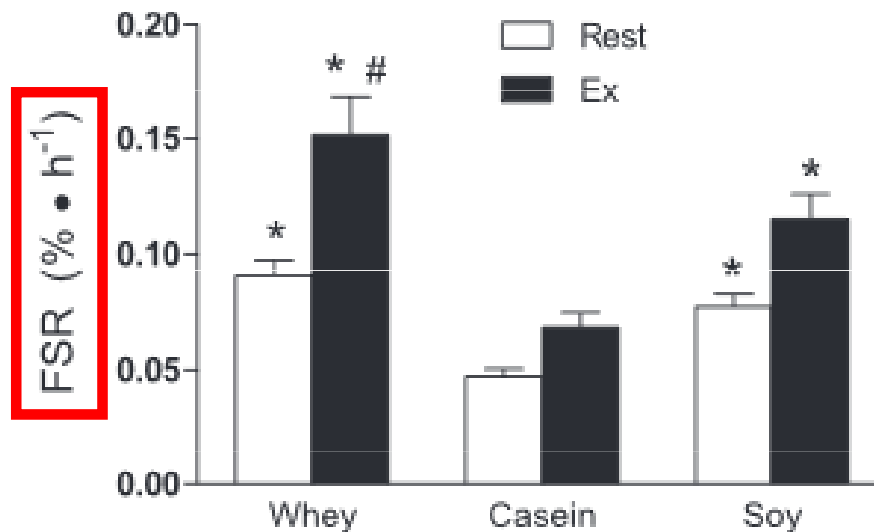
Míra syntézy svalových (myofibrilárních) bílkovin je nejčastěji vyjadřována veličinou **FSR (Fractional Synthesis Rate)** za určité časové období (cca 1–5 hod)

Měřeno za různých podmínek:

- 1) Klidový stav nalačno
- 2) Klidový stav + příjem proteinů
- 3) Po tréninku
- 4) Po tréninku + příjem proteinů

Whey vs. Casein vs. Soy a akutní vliv na stimulaci tvorby svalových bílkovin po příjmu

- 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)



Čím vyšší, tím lepší

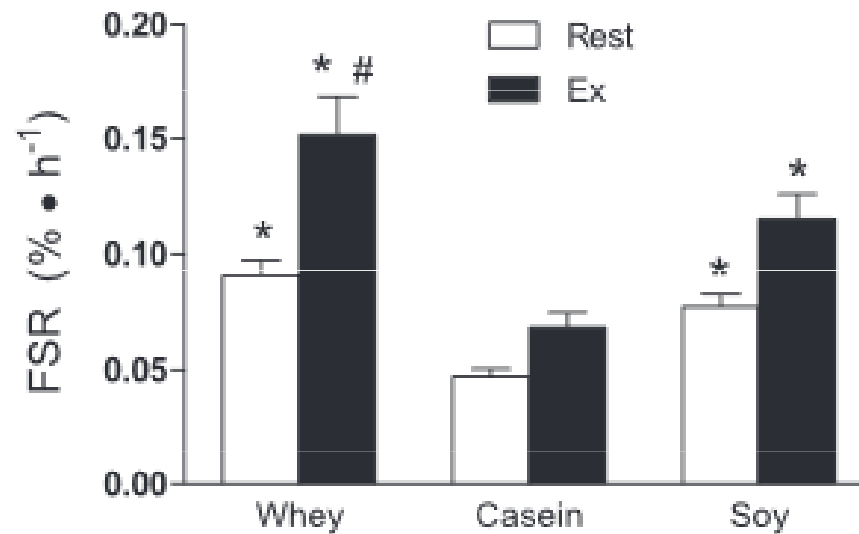
FSR (% · h⁻¹)



Míra tvorby svalových bílkovin

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)

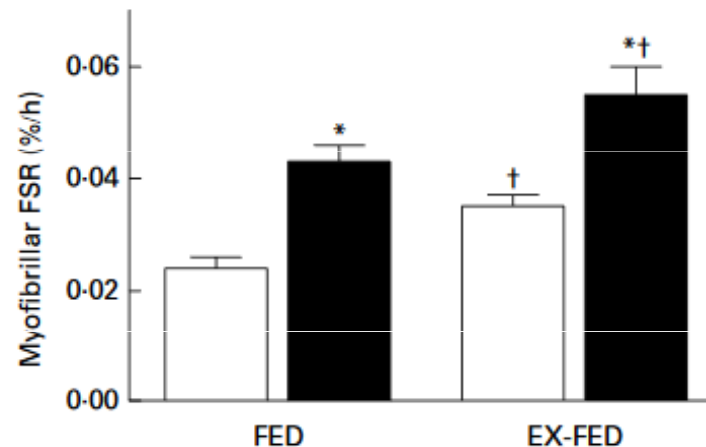


Fig. 1. Myofibrillar protein synthesis (fractional synthetic rate (FSR)) after ingestion of 20 g whey protein isolate (■) or micellar casein (□) at rest (FED) and after resistance exercise (EX-FED). Values are means with their standard errors represented by vertical bars (n 7). *Mean values were significantly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

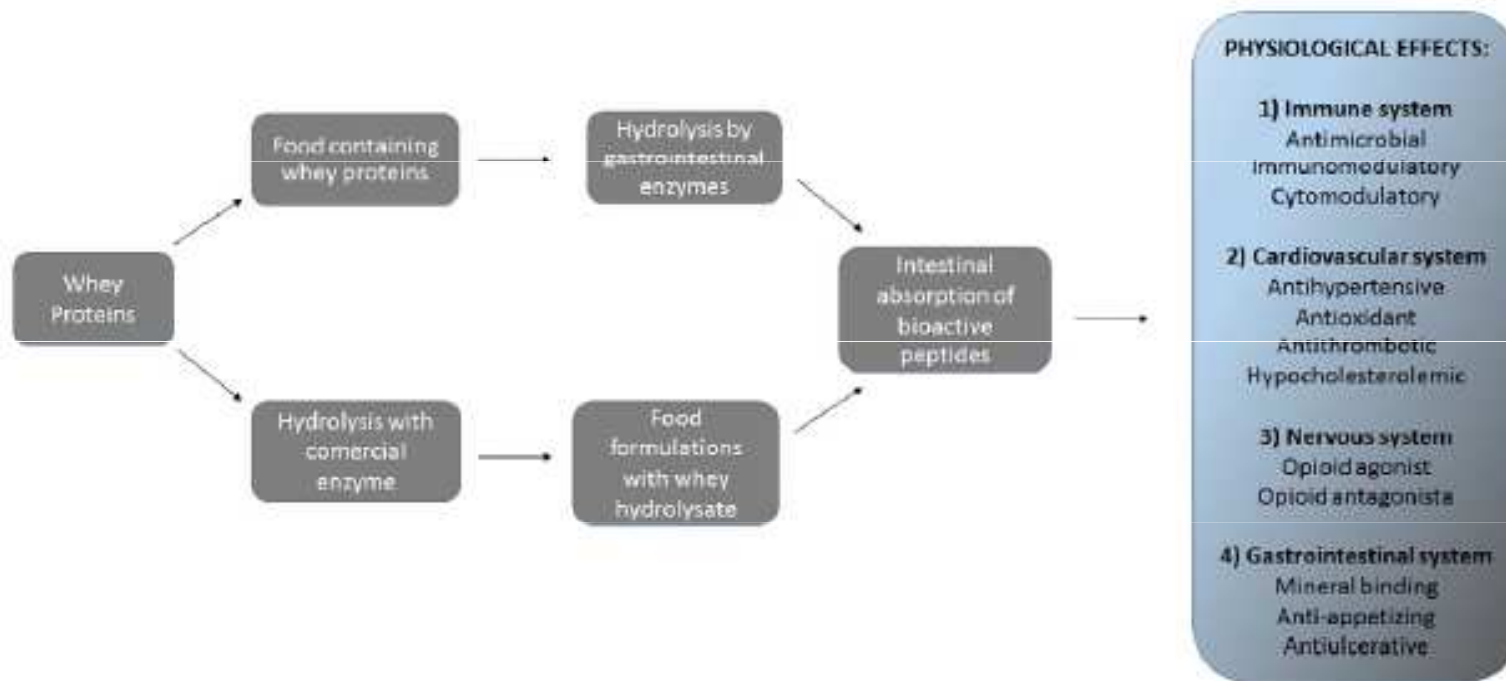
Syrovátkový protein (Whey protein)

- 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

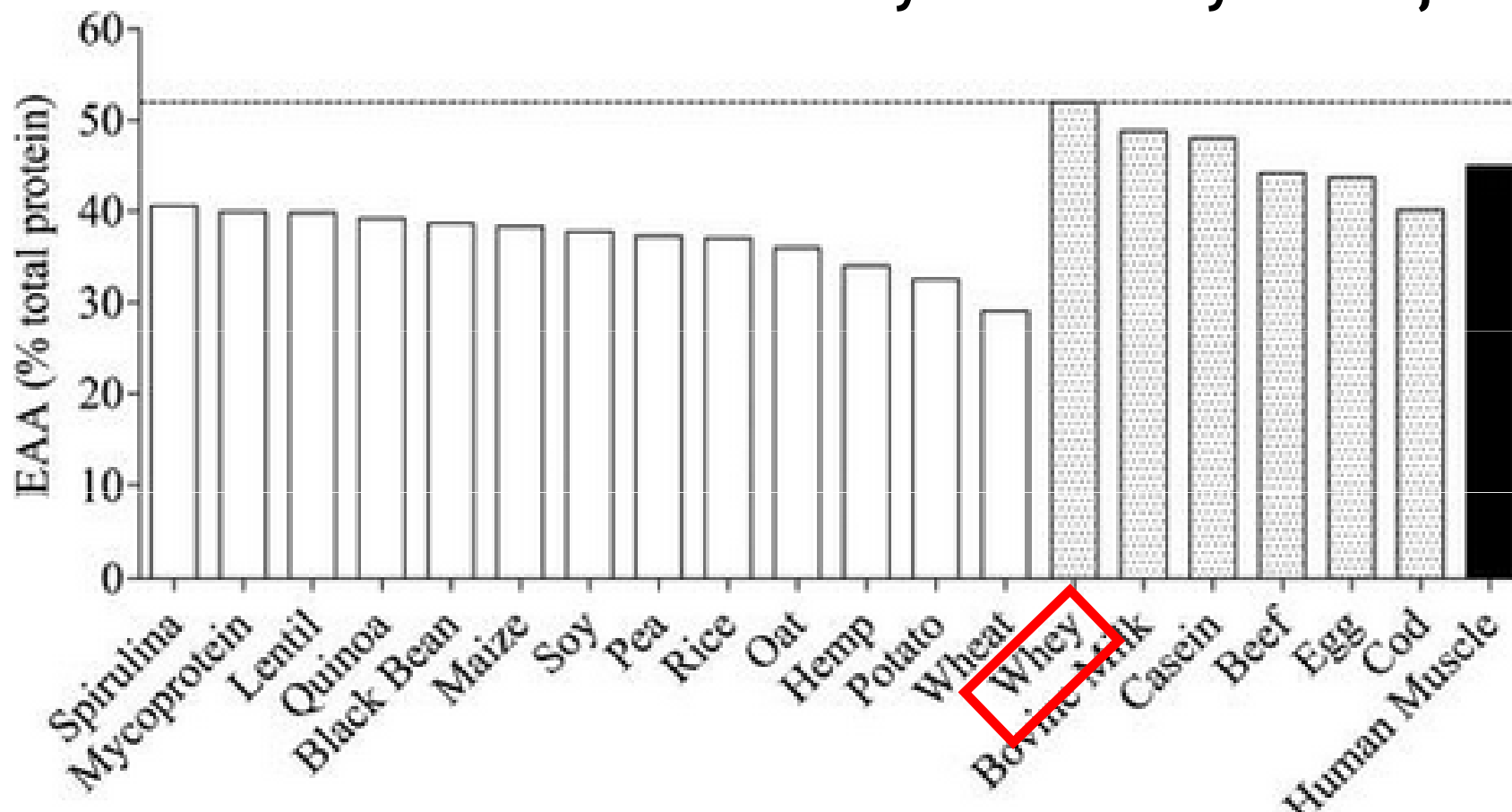
Syrovátkový protein (Whey protein)

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



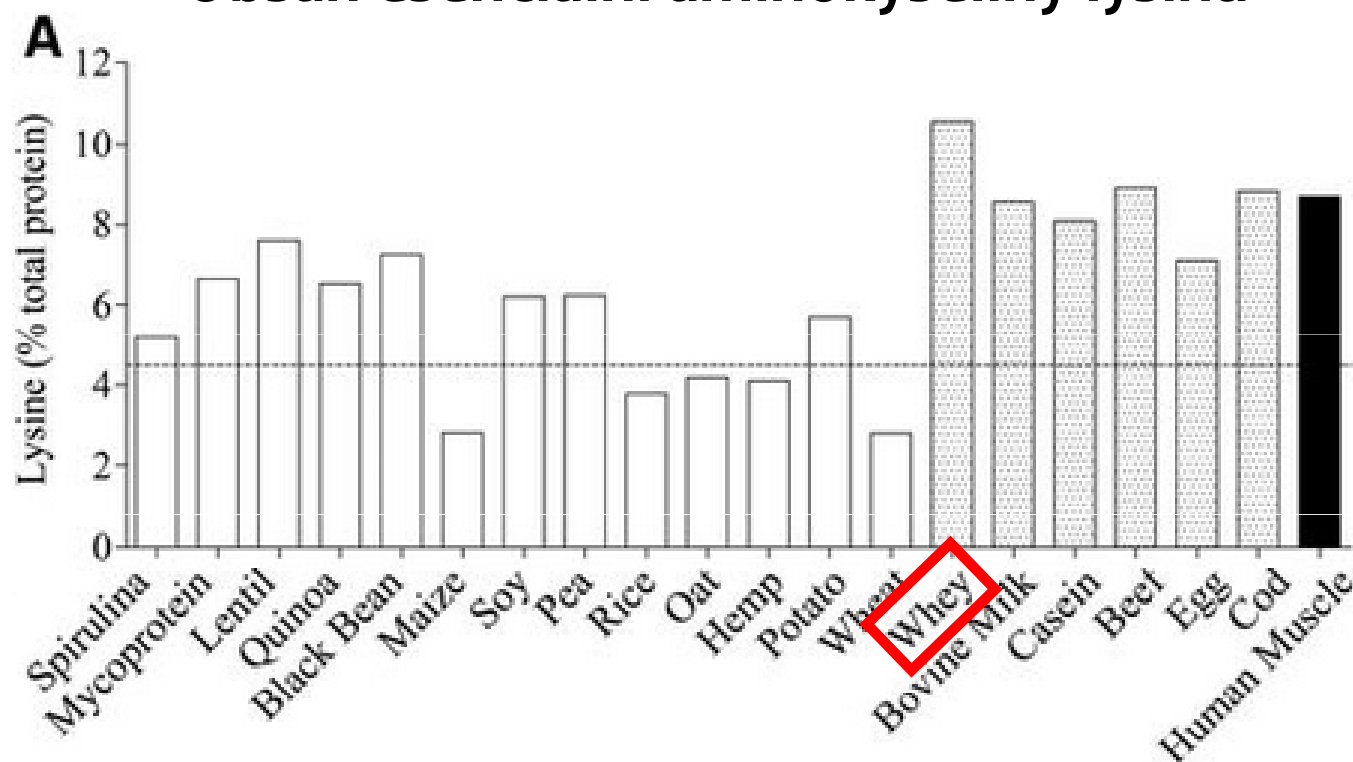
The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption, van Vliet (2015)

Obsah esenciálních aminokyselin v různých zdrojích

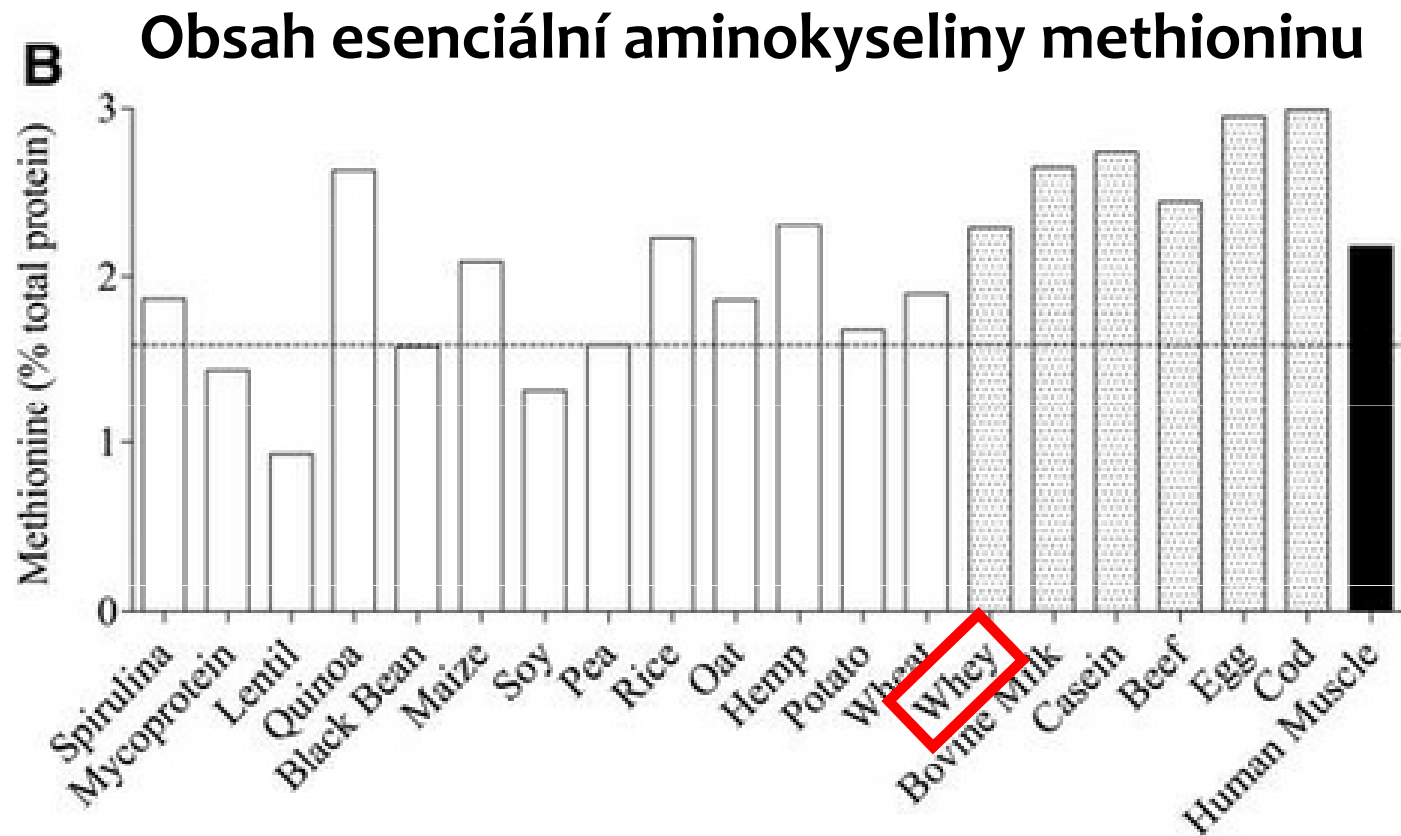


The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption, van Vliet (2015)

Obsah esenciální aminokyseliny lysinu



The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption, van Vliet (2015)



Kaseiny

- Nejzastoupenější protein kravského mléka
- Původní forma proteinu má tvar micel → delší vstřebávání

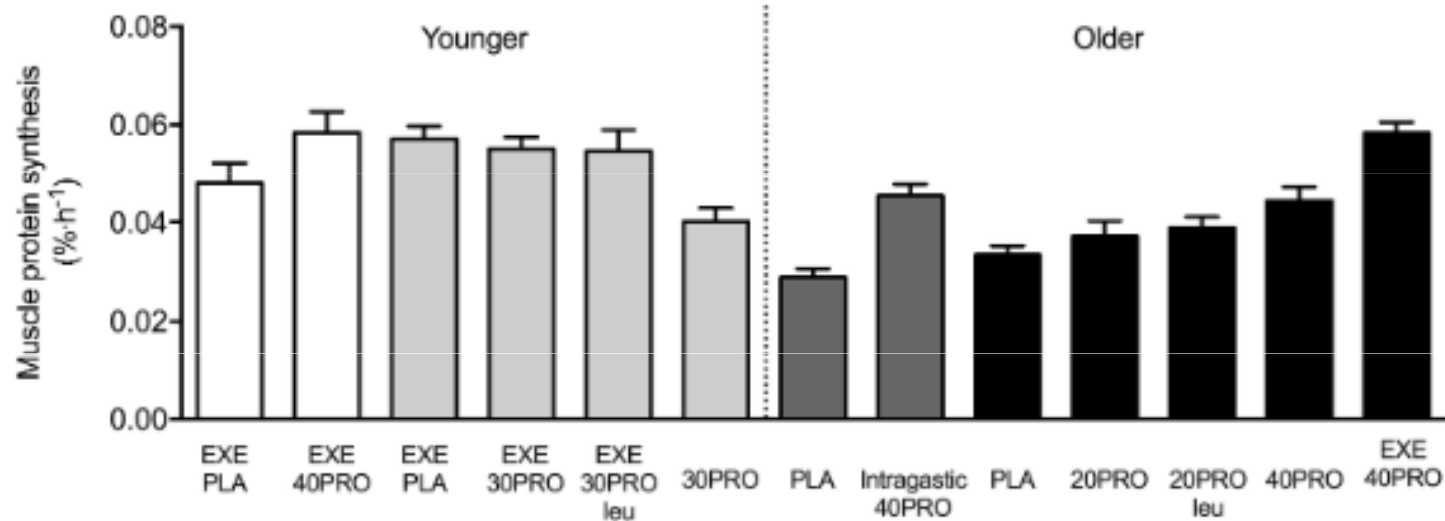
Druh kaseinu	Rozdíly ve struktuře, využitelnosti
Micelární kasein	Původní micely, ↓ rozpustnost, ↑ využitelnost
Kaseinát vápenatý	Denaturovaná bílkovina, ↑ rozpustnost, ↓ využitelnost

??????

- Kaseinát se podle některých studií tráví podobně rychle jako syrovátkový protein
- Kaseinát je ve stimulaci podobně účinný jako syrovátkový protein

Protein Considerations for Optimising Skeletal Muscle Mass in Healthy Young and Older Adults (Witard, 2016)

The Impact of Pre-sleep Protein Ingestion on the Skeletal Muscle Adaptive Response to Exercise in Humans: An Update (2019)



Pro ideální stimulaci MPS během noci je třeba přijmout před spaním 30–40 g kaseinu nebo jiného pomalého proteinu. Stejného efektu lze dosáhnout i jiným zdrojem bílkovin.

Efekt je dán:

- A) Celkově vyšším příjmem bílkovin během dne přidáním další porce před spaním.**
- B) Zvýšením MPS během noci a tím dosažením pozitivní NPB (Net protein balance).**

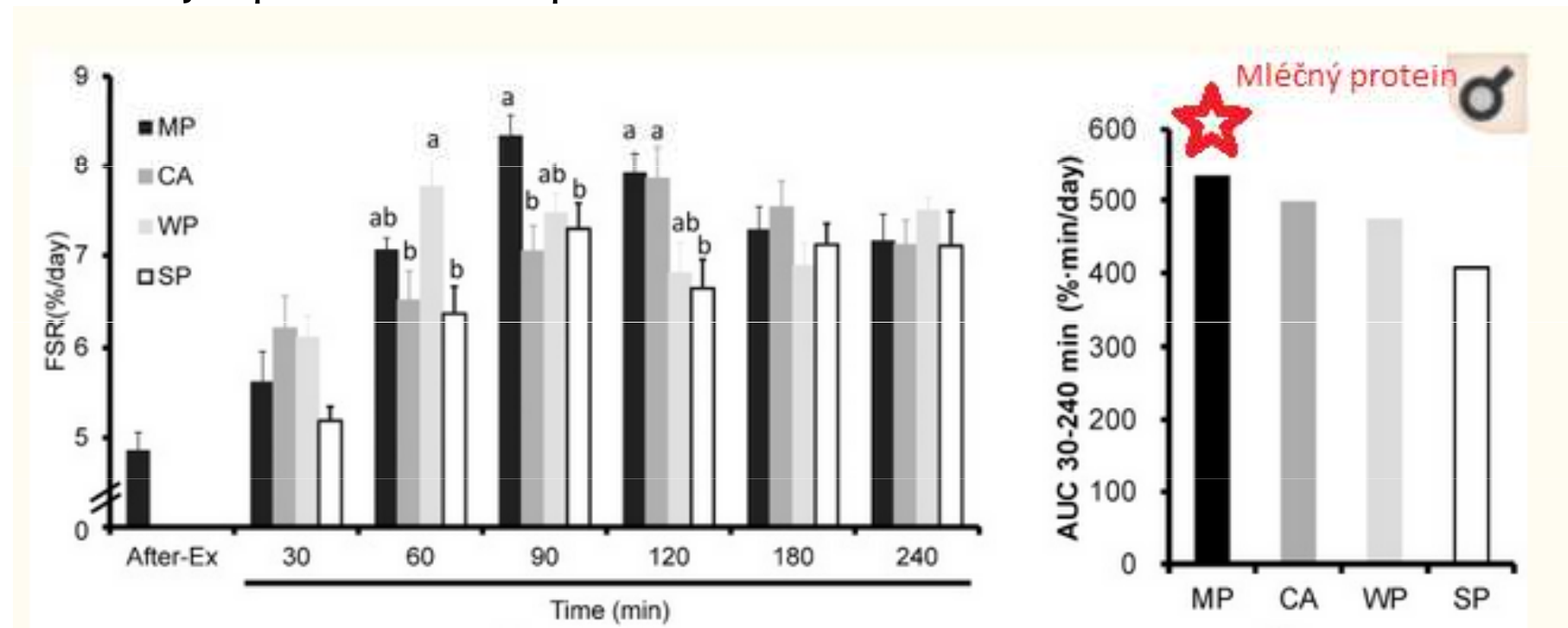
Vícesložkové proteinové doplňky stravy

- Posledním druhem proteinů jsou tzv. **vícesložkové (protein blend)**.
- Každá složka jiná rychlost vstřebávání → teoreticky zásobování proteinem delší dobu. **V kontextu vysokofrekvenčního stravování diskutabilní efektivita, spíše marketingový produkt.**

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

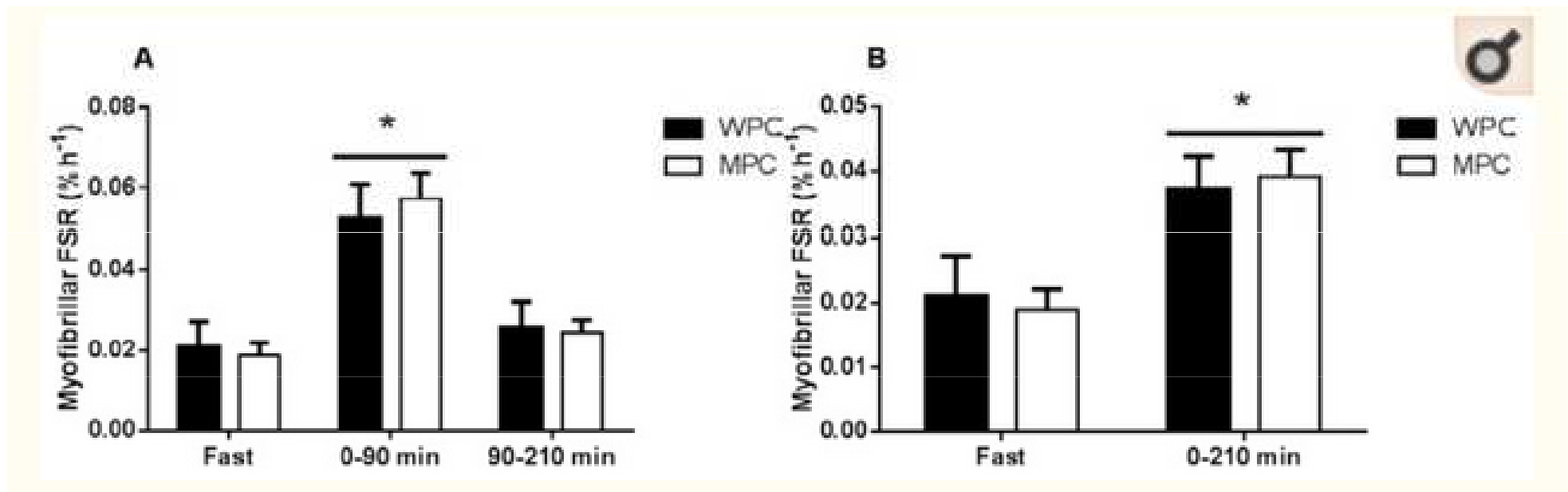
Effects of Whey, Caseinate, or Milk Protein Ingestion on Muscle Protein Synthesis after Exercise

- 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



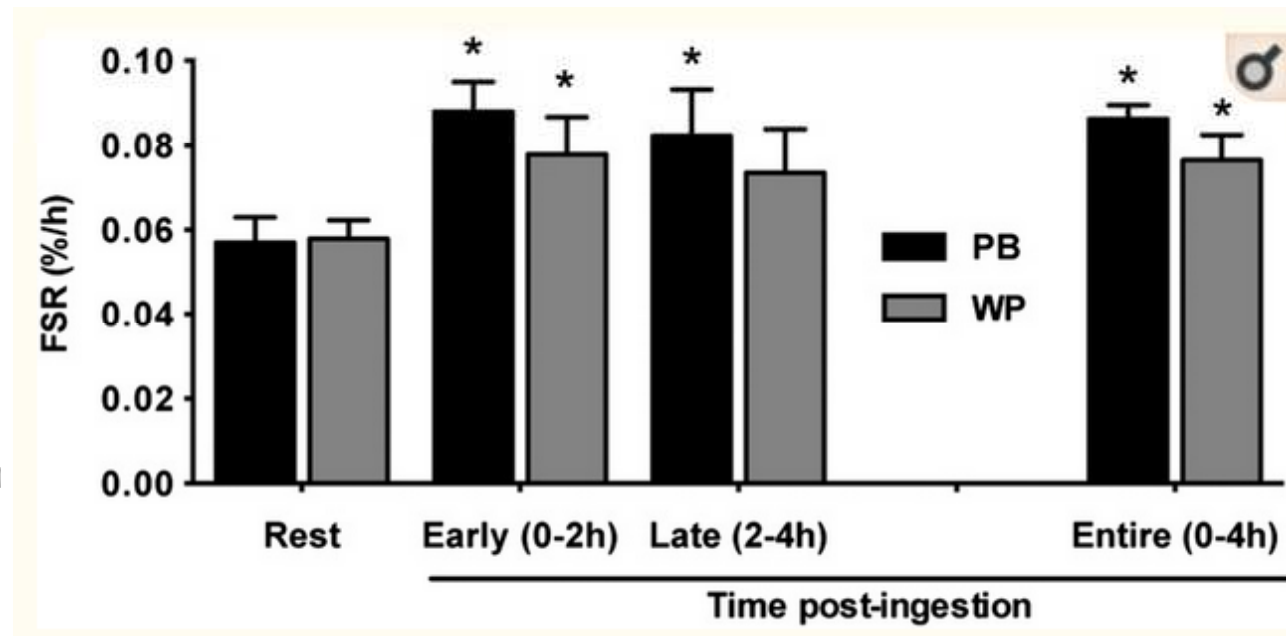
Consumption of Milk Protein or Whey Protein Results in a Similar Increase in Muscle Protein Synthesis in Middle Aged Men

- 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



Obecné dávkování proteinů a rady do praxe

Kdy je přijmout a kolik?

Podle našich potřeb (**před/po FA**, před spaním, po ránu, během dne).
Moje osobní doporučení 1–2–3x denně dle potřeb.

- 1 porce:

0,25–0,3 g bílkovin na kg TH

20–40 g bílkovin v absolutním množství

Celkový denní příjem všech bílkovin ze stravy v kontextu vytrvalost. sportu:
1,4–2,0 g/kg TH

- 1) 99 % běžných uživatelů si vystačí s kvalitním syrovátkovým koncentrátem
- 2) V případě laktóзовé intolerance – vyzkoušet koncentrát nebo izolát
- 3) Tvrdá dieta – o něco málo výhodnější izolát než koncentrát (o pár g tuků a sacharidů méně)
- 4) Hydro – možná malá výhoda pro rychlejší regeneraci u výkonnostních a profi sportovců

Proteinové tyčinky

Surovina	„Lepší“ zdroj	„Na pomezí“	„Horší“ zdroj	Množství živiny
Bílkovina	1) Mléčná bílkovina 2) Syrovátkové bílkoviny 3) Micelární kasein	1) Kaseináty	1) Sójová bílkovina 2) Kolagen 3) Rostlinné proteiny	Ideálně 20 g s více na 1 tyčinku
Sacharidy	1) Polyoly (erythritol, maltitol) 2) Obilné škroby, mouky, vločky, maltodextrin		1) Jednoduché sacharidy 2) Glukózové sirupy	Tady nelze říci 😊
Tuky	1) Kakaová a ořechová másla 2) Řepkový olej 3) Kakaové boby		1) Rostlinné oleje tropických palm (kokosový, palmový, palmojádrový) 2) Slunečnicový	Klasická tyčinka (60 g) většinou do 1000 kJ (235 kcal)
Vláknina	1) Obilné vlákniny (ovesná, kukuřičná) 2) Prebiotické oligosacharidy (frukto, isomalto)	-	-	Kvalitní tyčinky na trhu kolem 10 g vlákniny a více na 1 kus

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.

Carbohydrate does not augment exercise-induced protein accretion versus protein alone, Staples (2011)

25 g B vs. 25g B + 50 g S

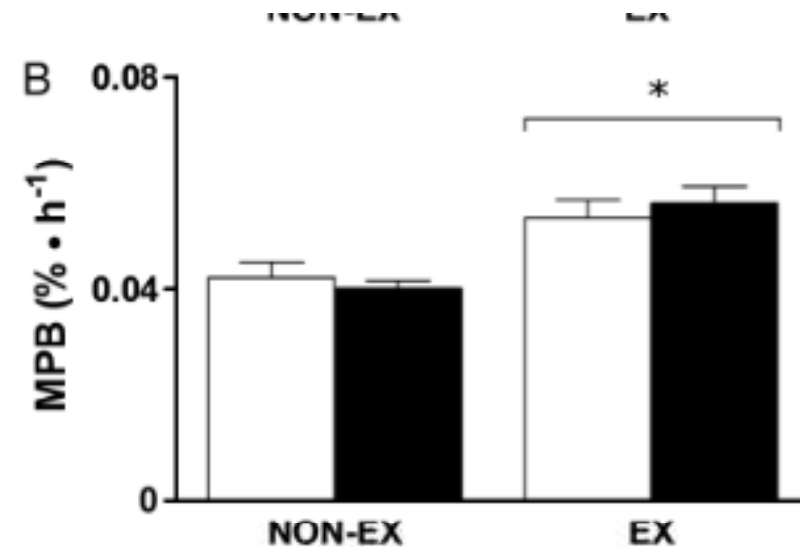
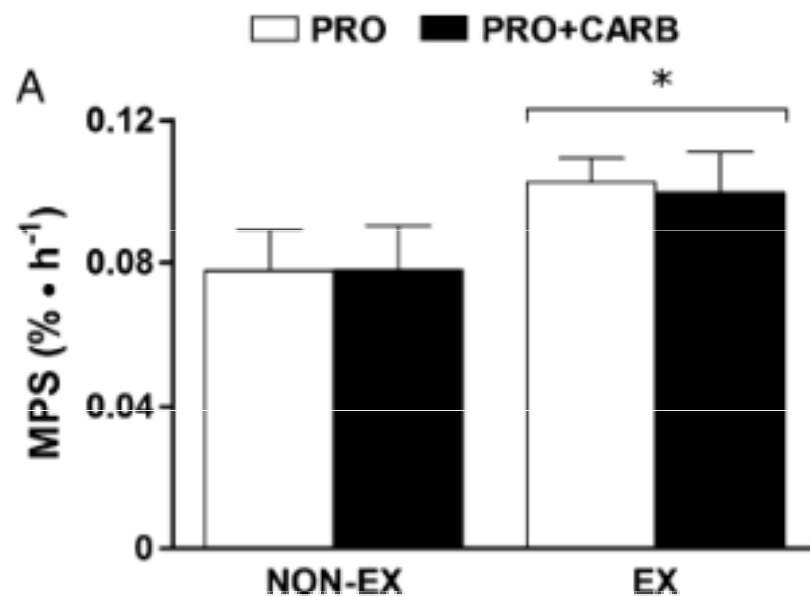


FIGURE 4—Mixed muscle protein fractional synthetic rate (MPS) and breakdown rate (MPB). *Significant main effect of exercised (EX) versus nonexercised (NON-EX; $P < 0.05$). The dashed line on the upper graph indicates a mean resting and fasted rate of MPS obtained from previous studies (6,24,30,31) of $0.041\% \cdot h^{-1} \pm 0.006\% \cdot h^{-1}$ to illustrate differences from the rested fasted state. Values are means \pm SEM.

Jsou sacharidy bezprostředně po tréninku společně s proteinem nutností?

- Nutnost příjmu sacharidů po silovém tréninku se odvíjí od několika faktorů:
 - 1) Nastavení celkového příjmu energie a sacharidů v jídelníčku
 - 2) Konkrétní cíl (nabírání vs. redukce hmotnosti)
 - 3) Nutnost co nejrychleji začít s resyntézou svalového glykogenu (frekvence tréninků a další aktivity)
- **ZÁVĚR: Příjem sacharidů bezprostředně po silovém tréninku je v naší režii a odvíjí se od našich cílů**

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

Gainery pro užití po tréninku vs. během dne jako náhrada běžné stravy

Ideální sacharidy v gaineru
pro příjem po tréninku

Obecná pravidla:

- 1) Nevadí nám rychlé cukry
- 2) Ani maltodextrin

Hlavním cílem je rychlé dodání sacharidů do svalů a obnova glykogenu

Ideální sacharidy v gaineru
pro občasnou náhradu stravy

Obecná pravidla:

- 1) Volit spíše polysacharidy (obilné mouky, škroby, vločky)
- 2) Maltodextrin tolerujeme
- 3) Jednoduché cukry nikoliv

Hlavním cílem je přijmout zdroj energie, který nás zasytí podobně jako pevné jídlo

Doplnění sacharidů a proteinů po silovém a vytrvalostním tréninku

Živina	Silový trénink	Vytrvalostní trénink
Bílkoviny	0,25–0,3 g/kg TH (20–40 g)	0,25–0,3 g/kg TH (20–40 g)
Sacharidy	Nejsou nutností Jinak příjem 2–3:1 S:B (cca do 1 g/kg TH)	Ideálně ano Příjem do 1,0–1,2 g/kg TH

- Doplnění živin po tréninku se vždy odvíjí od našich požadavků na příjem živin a od našich cílů

Multivitaminy a multiminerály

Jejich účelem je dodat a „pojistit“ příjem těchto látek u sportovce

Často se zbytečně nadužívají (příliš vysoké dávkování)

Mnohdy stačí nižší dávkování

Vitaminy se vstřebávají podobně efektivně jako z ovoce a zeleniny

Mezi formami minerálních látek může být významný rozdíl ve vstřebatelnosti

Často se také suplementují některé látky samostatně (vit. D, hořčík, zinek, EPA+DHA)

Moje doporučení do praxe:

Při pestré stravě a vyrovnané/přebytkové energetické bilanci nejsou nutné

Užívat bych doporučil při redukční dietě nebo alternativním způsobu stravování

V případě potřeby jednotlivé látky (vit. D, EPA+DHA, hořčík, železo)

Aktuální online [publikace](#) výživové doporučené dávky pro věkové skupiny DACH

Formy minerálních látek a stopových prvků v doplňcích stravy

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

Výhody chelátových forem

- 1) Vyšší vstřebatelnost než ostatní formy
- 2) Zamezení interakcí ve vstřebávání některých minerálů
- 3) Ochrana před dietárními vlivy snižujícími vstřebatelnost

Kreatin

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, co skutečně funguje
- **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 %**

Formy užívání

Kapsle, tablety, sypká forma

Muscle Total Creatine Stores

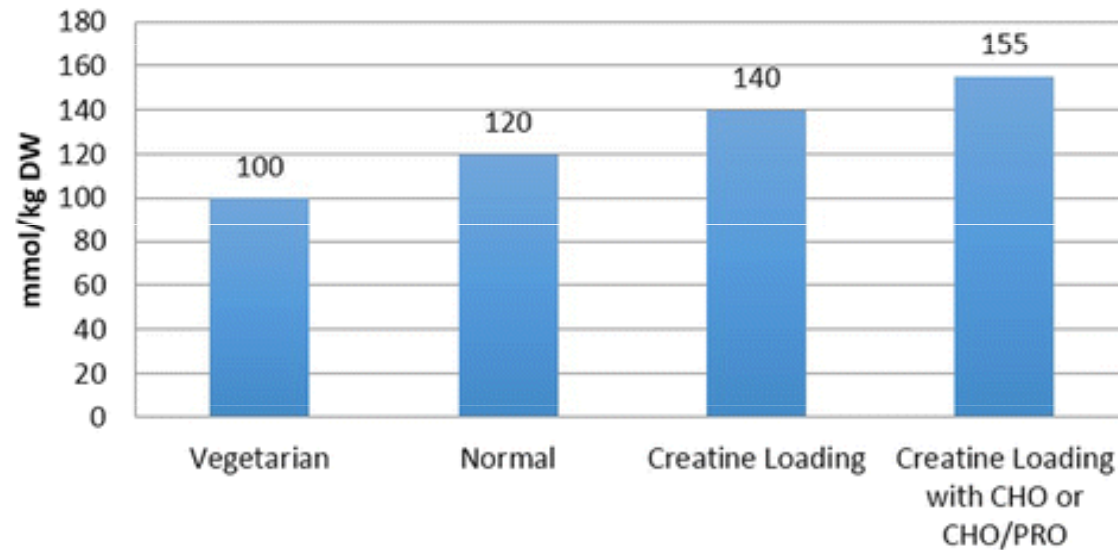


Fig. 4

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]

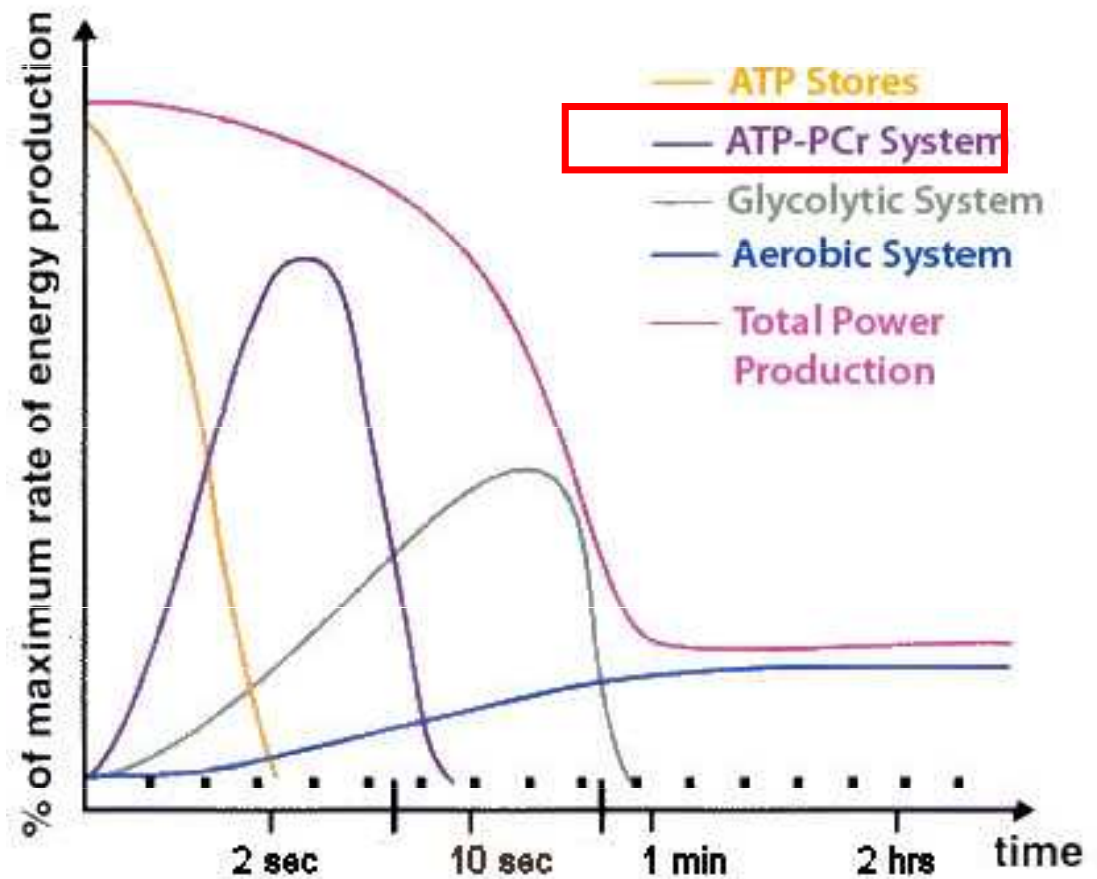
Nový skvělý článek o kreatinu a mýtech kolem něj:

[Common questions and misconceptions about creatine supplementation: what does the scientific evidence really show? \(2021\)](#)

Kreatin: důvody pro užívání

Jaká je funkce kreatinu ve vztahu k fyzickému výkonu?

- Funguje jako zdroj energie ATP pro práci trvající cca 10 sekund, zvýší tedy výkon (sílu) v nejtěžších silových sériích, dynamických krátkodobých výkonech



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. (ještě menší význam při dlouhodobém užívání)

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.“

Kreatin pro naše rodiče a prarodiče 😊

BCAA (Větvené aminokyseliny)

- Větvené aminokyseliny: Valin, Leucin, Isoleucin
- Rychle bez metabolizace prochází játry

Nejčastější důvody pro užívání (podložené i nepodložené vědou)

Odpověď 😊

1) Zdroj energie pro svaly
(ochrana svalové hmoty)

To jsou i sacharidy a tuky.
Proč utrácet za drahá BCAA?

2) Oddálení nástupu pocit'ování únavy při aktivitě
(snížení produkce serotoninu)

Ano, tento efekt se ukázal.
Ovšem často nevedl ke zlepšení výkonu.

3) Snížení poškození svalstva, podpora regenerace

K tomu je mnohem lepší komplexní
zdroj bílkovin.

4) Stimulace tvorby svalových bílkovin

K tomu je mnohem lepší komplexní
zdroj bílkovin.

BCAA

- V odborné literatuře není ucelený pohled na suplementaci BCAA

Nejčastější přístup: 5–15 g BCAA v okolí tréninkové jednotky
(např. před a během)

Formy užívání

Kapsle, tablety, sypká forma

- 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, vegan 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 %!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!)

Glutamin

- Neesenciální aminokyselina
- Nejvíce zastoupená aminokyselina v organismu

Nejčastější důvody pro užívání (podložené i nepodložené vědou)

Dvojnásobné množství dusíku → podpora anabolismu, extra porce dusíku pro syntézy

Glukogenní aminokyselina → **zdroj energie**

Zdroj energie pro rychle se dělící buňky (střevní buňky, buňky imunitního systému) →
pozitivní vliv na imunitu?

Glutamin

- V některých studiích dávky 20–30 g denně
- 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.

The Effect of Glutamine Supplementation on Athletic Performance, Body Composition, and Immune Function: A Systematic Review and a Meta-Analysis of Clinical Trials (2019): *According to this meta-analysis, generally, glutamine supplementation has no effect on athletics immune system, aerobic performance, and body composition. In addition, the present study suggests that the efficacy of glutamine supplementation on neutrophil numbers could be affected by supplement type and dose.*

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 málo průkazné	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

Velká většina látek v pre-workoutech a „pumpách“ nemá vědecky potvrzený efekt na zvýšení výkonnosti a podporu růstu svalové hmoty

Arginin, AAKG, citrulin (malát)

- Aminokyseliny, které jsou substrátem pro tvorbu NO (vazodilatace)
- **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 je lepším substrátem pro tvorbu NO než předešlé AMK, k jeho tvorbě dochází pozvolněji a efektivněji**
- **Nový souhrnný článek: [Effects of Citrulline Supplementation on Exercise Performance in Humans: A Review of the Current Literature \(2020\)](#)**

Efektivní dávkování ve studiích:

- 1) 6–8 g citrulin malátu (může být výhodnější forma než samotný citrulin)
- 2) 1,76 citrulin malátu = 1 g citrulinu, pro samotný citrulin tedy dávka kolem 4–5 g

Možný vliv na zvýšení anaerobního výkonu (větší objem práce), oddálení pocitu únavy, snížení potréningové bolesti svalů (neprokázalo se zdaleka u všech studií).

Beta-alanin

- Ve svalových buňkách 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 (65 mg/kg) 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

- [Vliv na sílu: Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis \(2018\)](#)
- Nový souhrnný článek: [International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance \(2021\)](#)

1) Ve studiích nejčastěji testován v **dávkách 3–6 mg/kg TH,**
účinná dávka zřejmě kolem 2 mg/kg

2) Podpora aerobního vytrvalostního výkonu (zlepšení času)

3) Podpora výkonu v kolektivních sportech (kombinace aerobního a anaerobního výkonu)

4) Podpora anaerobního výkonu

5) Vliv na lipolýzu: zvýšení koncentrace cAMP (aktivace HSL), zvýšení hladiny katecholaminů

Kofein

Rozdíly v rychlosti vstřebatelnosti různých forem

Žvýkačky – nejrychlejší bukální vstřebávání

Nápoje – tekutá, rychlá forma podání

Kapsle – většinou bezvodá, syntetická forma → rychle vstřebatelné,
naopak pomalejší rostlinné extrakty např. guarana

Tableta – nejpomalejší forma podání

- 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

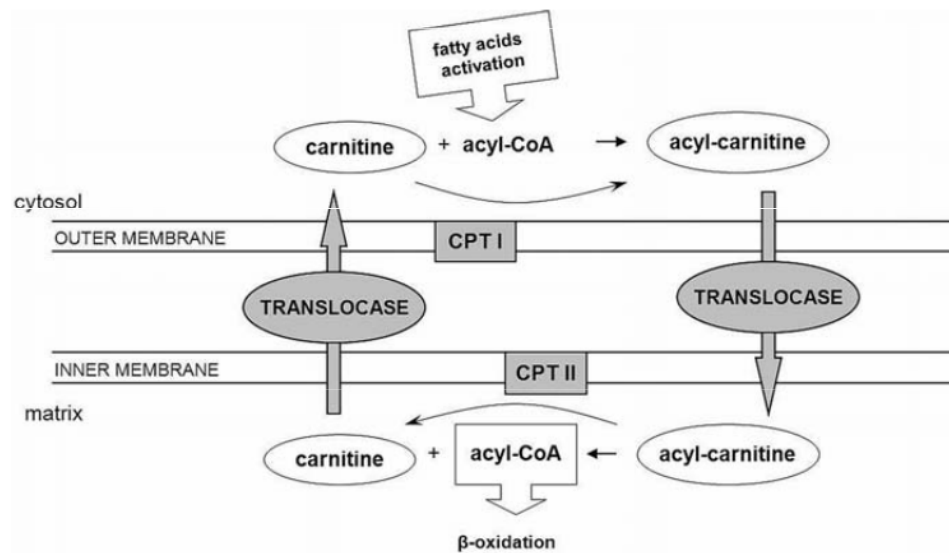
- Získáván z kůry plodů pomerančovníku hořkého neboli *Citrus aurantium*
- *Strukturně podobný efedrinu*
- Neměl by mít vliv na **TK** a **HR** (v tomto ohledu bezpečnější než kofein)
- Jeho maximální denní dávka v DS omezena legislativně na příjem **20 mg**
(Výrobky nemohou obsahovat více)
- **Ve studiích 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 (adrenalin)**
- **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*

Spalovače tuku – jaké látky vybrat?

- **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, ve studiích až 50 mg
EGCG: 300–500 mg
Bioperin: 5–10 mg
- **Dávkování:** Spárovat s fyzickou aktivitou

Děkuji za pozornost



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].