

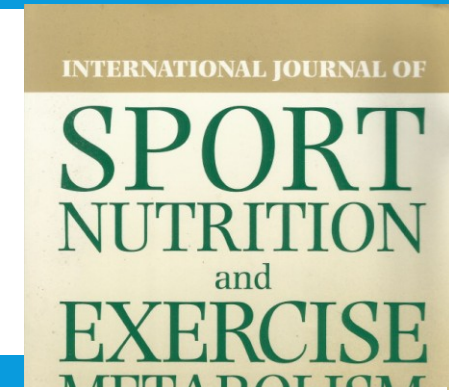
VÝŽIVA PRO PODPORU REGENERACE A ADAPTACE

Regenerace a kompenzace ve sportu bp 1816

VÝŽIVA

- Výživa sportovců vs. výživa nesportujících
- Podpora regenerace, adaptace, zdraví sportovce
- Dostatečný energetický příjem
- Načasování příjmu živin
- Environmentální podmínky
- Estetické sporty
- Individualizace
- Tréninková a soutěžní výživa

VÝŽIVA VE SPORTU – KDE ČERPAT INFORMACE?



 **BMC** Part of Springer Nature

Journal of the International Society of Sports



Vyčerpání energetických rezerv
(kreatinfosfát, glykogen)

Hypoglykémie

Dehydratace

GIT diskomfort

(NUTRIČNÍ)
FAKTORY SPOJENÉ S
ROZVOJEM ÚNAVY

SACHARIDOVÁ DOSTUPNOST

- Dostupnost sacharidů
 - Akutní/chronická energetická dispozice organismu pro tréninkové nebo závodní zatížení
 - Vysoká/nízká – ovlivnění tréninkem nebo výživou
 - Vysoká dostupnost – příjem sacharidů před a během zatížení/ dostatečná zásoba glykogenu, kombinace obou
 - Nízká dostupnost – absence exogenního příjmu/nedostatečná zásoba glykogenu
 - Optimální dostupnost ?
 - Konkrétní požadavky zatížení (délka intenzita)
 - Cíl sportovce (trénink nebo závod)
 - Zvýšená dostupnost (exogenní, endogenní) optimalizuje výkon
 - Závod, intenzivní tréninkové jednotky
 - Výživa před, během, po tréninkovém zatížení

HYPERSACHARIDOVÁ STRAVA

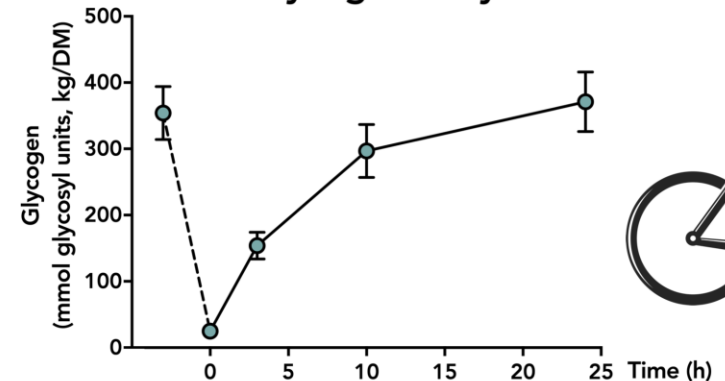
- Pravidelná strava s vysokým obsahem sacharidů (~8-10 g/kg) → brání poklesu glykogenu u vytrvalců
- 10-12 g/kg 24-36 hodin před závodem → akutní optimalizace glykogenu
- Kdy zařadit jednodenní hypersacharidovou dietu?
 - Intenzivní vytrvalostní aktivita (maraton, triatlon,...) – aerobní glykolýza
 - Soustavné zatížení > 90 minut
 - Pokud je běžný přísun sacharidů < 7-8 g/kg

Muscle glycogen can be fully restored in a day?

@nutritiontactics

- ✓ Muscle glycogen (carbs stored in muscle) is an important fuel for prolonged moderate- to high-intensity exercise
- ✓ Depleted muscle glycogen stores following cycling can be fully restored in a day on a high carbohydrate diet

Muscle Glycogen Resynthesis



Casey et al., Glycogen resynthesis in human muscle fibre types following exercise-induced glycogen depletion, J Phys, 1995

VÝŽIVA PŘED ZATÍŽENÍM

- Vytrvalostní vs. rychlostní/silový výkon
- Výživa před a během aktivity – vytrvalostní výkon
 - Délka trvání
 - Dehydratace
 - Vyčerpání glykogenu
- Glykogen – klíčová role při zatížení > 90 min
 - Superkompenzace glykogenu ~2-3% zvýšení výkonu
 - Konzumace 8-12 g/kg S (24-36 h) před zatížením

Muscle glycogen is not limiting during resistance exercise?

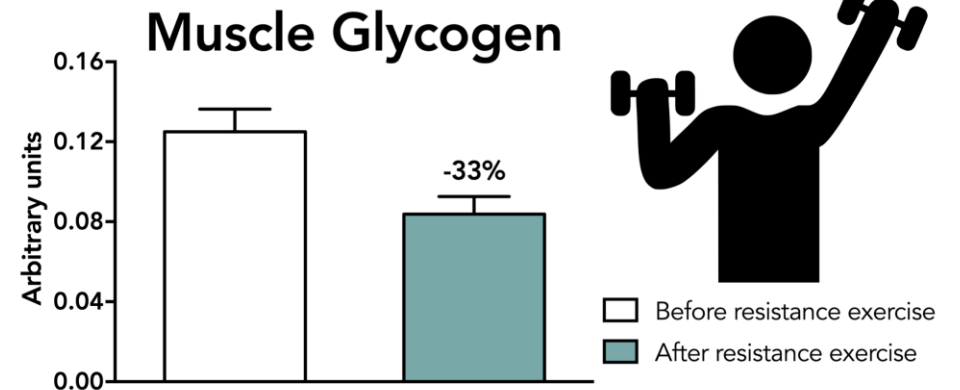
@nutritiontactics



Carbohydrates are stored in muscle (i.e. glycogen) as a fuel source for exercise



Muscle glycogen is not limiting during resistance exercise; only one third is used during a high-volume workout



Koopman et al., Intramyocellular lipid and glycogen content are reduced following resistance exercise in untrained healthy males, Eur J Appl Physiol, 2006



VÝŽIVA PŘED ZATÍŽENÍM

Výživa hodiny-minuty před zatížením by měla

- Zajistit dostatečnou hydrataci a minimalizovat očekávaný deficit tekutin
- Eliminovat GIT potíže (před i během)
- Zajistit dostatek glykogenu a udržet krevní glykémii
- Zabránit rozvoji proteokatabolismu (svaly)

3-4 hodiny před zatížením

- 200-300g sacharidů

1-4 hodiny před zatížením 1-4 g/kg S (závod- maraton, triatlon, cyklistika; délka 90 min +)

- 4hod – 4g/kg (pevná strava – rýže, těstoviny, pečivo..)
- 3hod – 3g/kg
- 2hod – 2g/kg
- 1hod – 1g/kg (tekutá strava – nápoj, gel, banán)

VÝŽIVA PŘED ZATÍŽENÍM

- Kombinace sacharidů (1-2 g/kg) a bílkovin (0,15-0,25 g/kg) → optimalizace energetických zásob, pozitivní vliv na dusíkovou bilanci, antikatabolický účinek, stimulace proteosyntézy
- Doporučení před zatížením –výživa pro vytrvalostní výkon (upraveno dle Bernaciková a kol., 2020)

Čas před zatížením	Množství sacharidů	Poznámka
2-4 hod	200-300g	Střední a vysoký GI, podíl B a T malý, vhodná kombinace S+B
1-4 hod	1-4 g/kg (1-2 g/kg S + 0,15-0,25 g/kg B)	
30-90 minut	~1g/kg	
60 minut	Individuální	

VÝŽIVA BĚHEM ZATÍŽENÍ

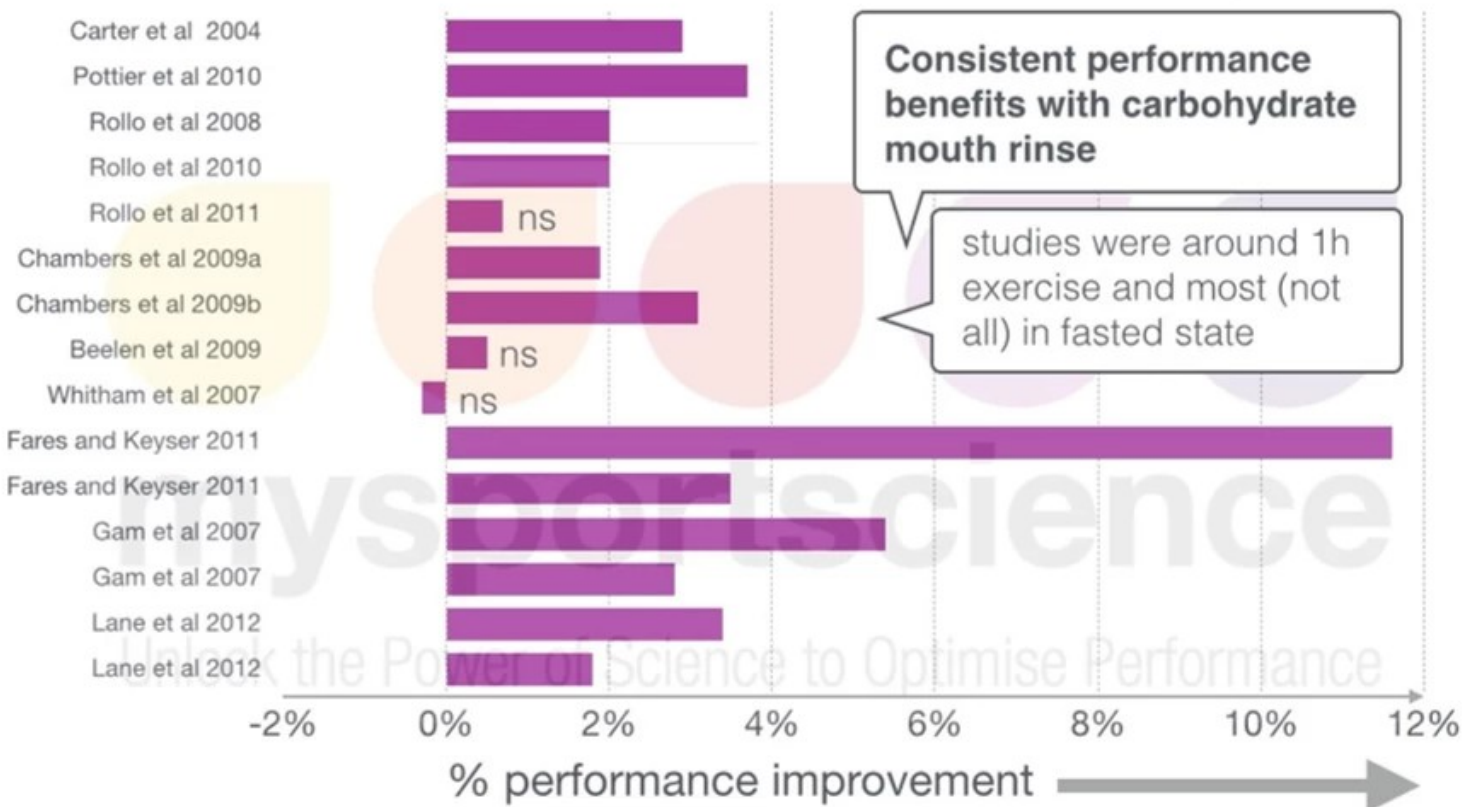
- V případě déletrvajícího zatížení (60-90 min +)
 - 30-60 g/h S – zvýšení výkonu
 - V případě zatížení 2,5 h > příjem S 60-90 g/kg
 - Absence doporučení pro týmové sporty, tenis, apod?
 - Zatížení o vysoké intenzitě (především ve vysokých teplotách) - 350-470 ml tekutiny s 8% S (doplnění tekutin, udržení krevní glukózy, podpora výkonu)
 - Různé podmínky = různá řešení (gely, nápoje, tyčinky)
- Vysoký příjem sacharidů v kombinaci se zatížením > GIT
- Glukóza + fruktóza (2:1)
- „mouth rinse“ (<https://www.gssiweb.org/en-ca/video/how-does-a-carbohydrate-mouth-rinse-improve-performance->)

Overview of studies

Effects of carbohydrate mouth rinse on endurance performance



www.mysportscience.com



„MOUTH RINSE“

Mouth Rinsing With a Pink Non-caloric, Artificially-Sweetened Solution Improves Self-Paced Running Performance and Feelings of Pleasure in Habitually Active Individuals

Daniel R Brown¹, Francesca Cappozzo², Dakota De Roeck², Mohammed Gulrez Zariwala², Sanjoy K Deb²

Randomizovaný, single blind, crossover design

10 osob (6 M, 4 Ž)

44 minut experimentální protokol

- 12 minut warm-up (2min 4km/hod, 10 minut běh na ekvivalentu 12 borgovy škály – light-somewhat hard)
- 30 minut běžecký protokol (sami zvolili rychlost, měla odpovídat RPE 15 na borgově škále – hard/heavy)
- Měřilo se – TF, „arousal“, pleasure/displeasure

Drink (500 ml) obsahoval 0,12g sukralózy

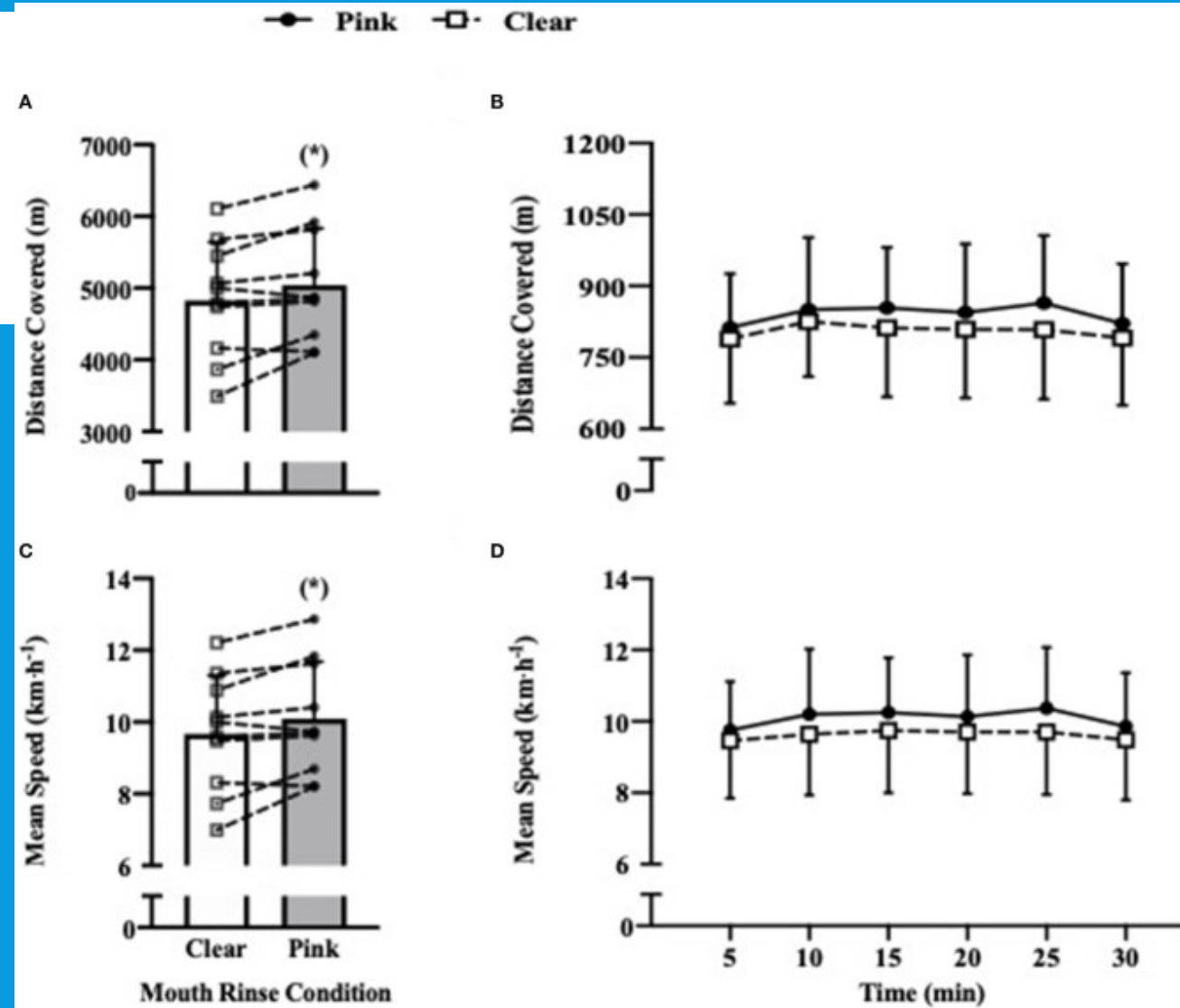
- Jeden drink bezbarvý
- Druhý drink s přísadkou bezkalorického barviva (růžová barva)

Mouth rinse protokol – 25 ml po dobu 5 s (celkem 9x mouth rinse během protokolu)

Mouth Rinsing With a Pink Non-caloric, Artificially-Sweetened Solution Improves Self-Paced Running Performance and Feelings of Pleasure in Habitually Active Individuals

Daniel R Brown¹, Francesca Cappozzo², Dakota De Roeck², Mohammed Gulrez Zariwala², Sanjoy K Deb²

- Celková vzdálenost
 - B = $4,835 \pm 816$ m , R = $5,047 \pm 795$ m; $4.4 \pm 5.1\%$ zlepšení u R
- Průměrná rychlost
 - B = 9.7 ± 1.6 km·h⁻¹, R = 10.1 ± 1.6 km·h⁻¹; $4.4 \pm 5.1\%$ zlepšení u R
- To znamená:
 - 0.5 km·h⁻¹, 213 m nebo 4.4%



Mouth Rinsing With a Pink Non-caloric, Artificially-Sweetened Solution Improves Self-Paced Running Performance and Feelings of Pleasure in Habitually Active Individuals

Daniel R Brown¹, Francesca Cappozzo², Dakota De Roeck², Mohammed Gulrez Zariwala², Sanjoy K Deb²

- Pocit „potěšení“ (-5, 0, +5),

- $B = 3.4 \pm 0.7$

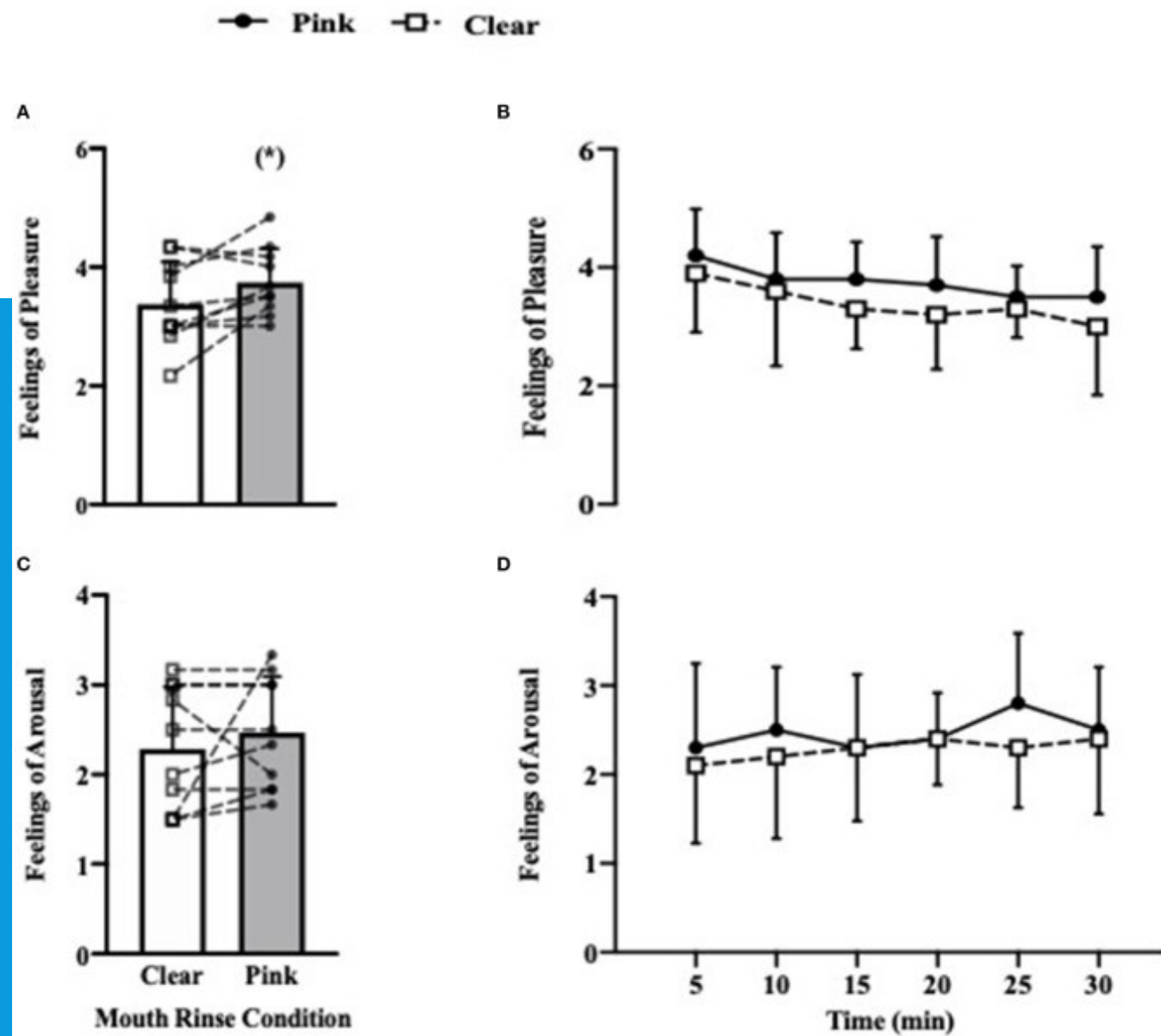
- $R = 3.8 \pm 0.6$

- Pocit „vzrušení“ – nabuzení

- $B = 2.3 \pm 0.7$

- $R = 2.5 \pm 0.6$

- Bez rozdílu



VÝŽIVA BĚHEM ZATÍŽENÍ

Příjem sacharidů během zatížení (upraveno dle Bernaciková a kol., 2020)

Délka zatížení	Potřeba sacharidů	Doporučený příjem sacharidů	Druh sacharidů	Poznámka
< 45 minut	NE			Nezvyšuje výkonnost
45-75 minut	NE/ velmi malé množství	Kontakt s ústy, do 30g	Sacharóza, glukóza, maltodextrin	Oxidační kapacita při příjmu samotné glukózy 1 g/min
1-2 hodiny	Malé množství	30-60 g/h	Glukóza	
2-3 hodiny	Střední množství	50-70 g/h	Glukóza, fruktóza, maltodextrin	Oxidační kapacita při kombi příjmu (glukóza + fruktóza, maltodextrin + fruktóza) 1,2 – 1,75 g/min
> 3 hodiny	Vysoké množství	60-90 g/h	Kombinovaný příjem	

VÝŽIVA PO ZATÍŽENÍ

- Primární cíl = podpora regenerace po zatížení
- Přímá závislost mezi příjmem sacharidů a resyntézou svalového glykogenu po vyčerpávajícím cvičení
 - První dvě hodiny po zatížení – zvýšení citlivosti (\uparrow aktivity glykogen-syntázy)
 - Prvních 30 minut kritických
- 1-1,2g/kg ihned po zatížení
- 1-1,2 g/kg/hod v období 0-4 hodin po zatížení \rightarrow optimální regenerace glykogenu (při vyšší dávce – nedojde k vyšší resyntéze)
- Kombinovaný příjem sacharidů a bílkovin
 - Při optimální dávce sacharidů přidané bílkoviny nezrychlí resyntézu
 - Příjem sacharidů 0,8 g/kg/hod + 0,2-0,4 g/kg/hod bílkoviny, nebo poměr S:B 3-4:1 \rightarrow podobné výsledky jako u příjmu sacharidů 1,2 g/kg/hod (zvýšení příjmu b, proteosyntéza)



VÝŽIVA PO ZATÍŽENÍ



v brzké fázi regenerace → upřednostnění zdrojů sacharidů s vyšším GI a nižším zastoupením vlákniny



Forma (tekutá/pevná) nemá vliv na resyntézu glykogenu



Dostupnost, praktičnost, osobní preference



BÍLKOVINY – DENNÍ PŘÍJEM

- Běžná populace vs sportovci
 - 0,8 g/kg (80 kg jedinec = 64g bílkovin)
- Sportovci?
 - Vytrvalostní vs. siloví sportovci
 - Remodelace sval. Tkáně
 - Maximalizace svalové proteosyntézy
 - Kalorický deficit

Protein metabolism step by step



Protein intake

Protein's made up of 20 amino acids (AA) of which 11 are essential (EAA) so we need to eat enough protein to get the EAA.

1



Stomach

Proteins will start to be broken down into amino acids in the stomach.

2



Circulation

Amino acids are transported to the muscle via the blood.

5



Intestine

After protein digestion the amino acids will be absorbed and sent to the liver.

3



Liver extracts a significant portion of the AA letting only ~30% of AA we ingest into the circulation

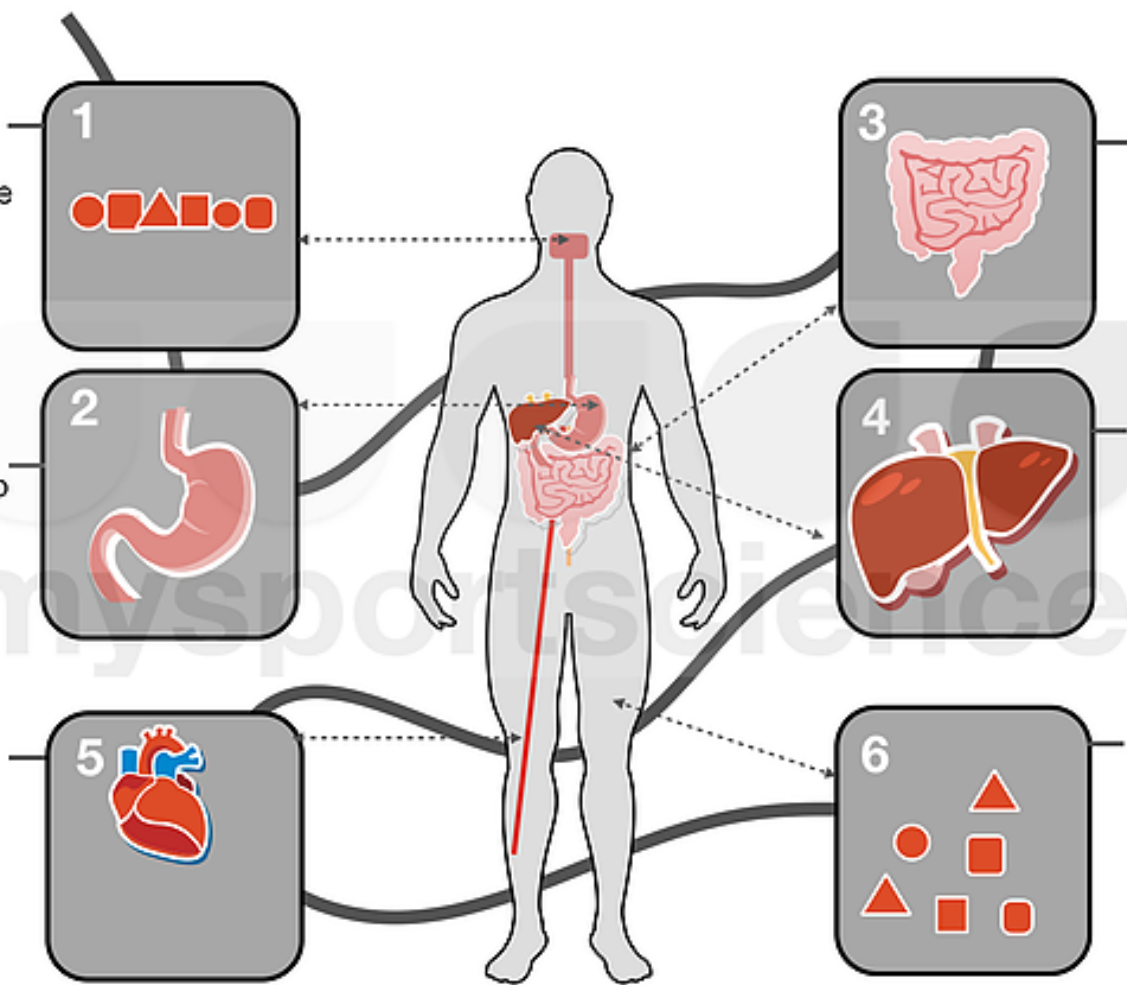
4



Muscle

AA are
1. Used for protein synthesis
2. Converted to other amino acids
3. Oxidized

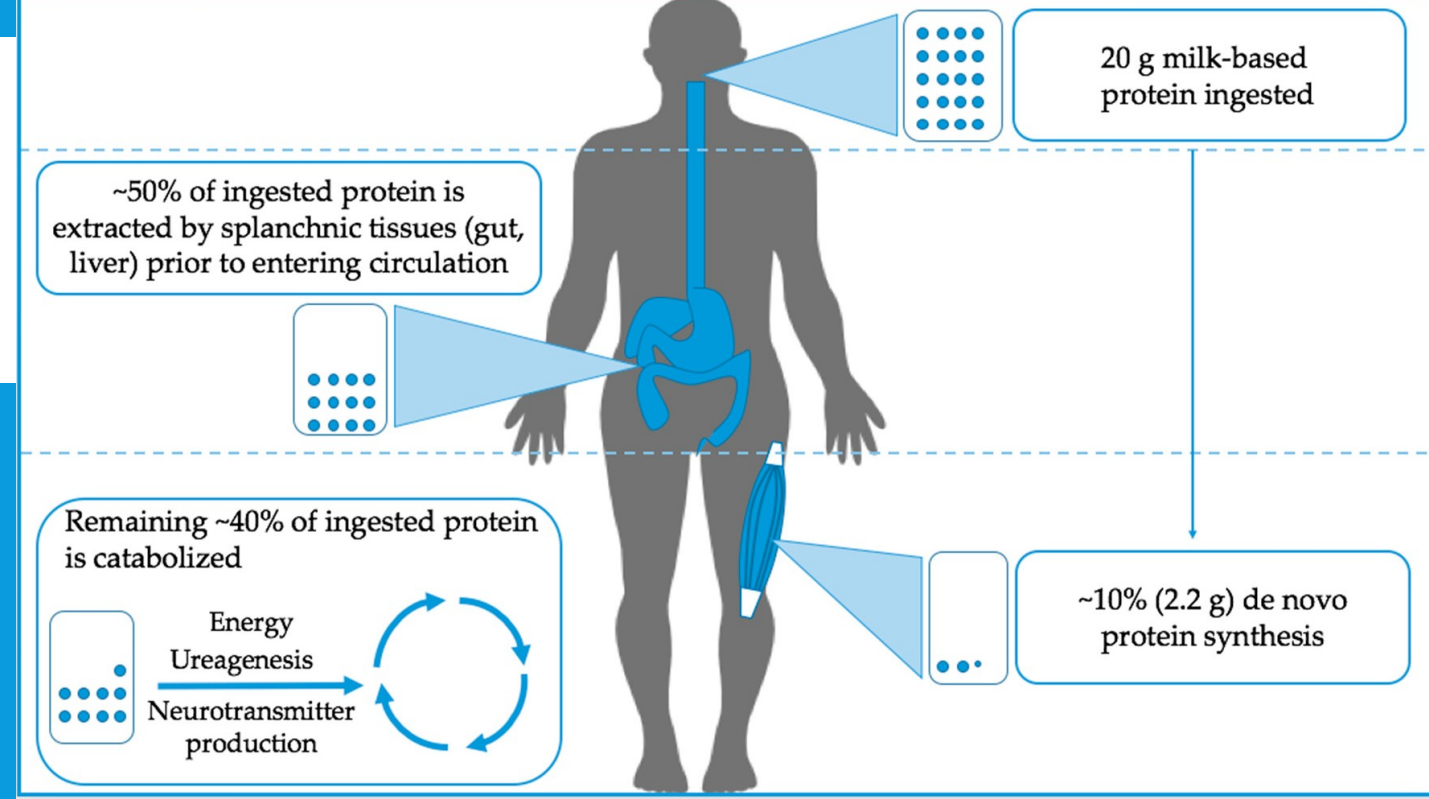
6



Post-Prandial Protein Handling: You Are What You Just Ate.


Groen BB^{1,2}, Horstman AM^{1,2}, Hamer HM^{1,2}, de Haan M³, van Kranenburg J², Bierau J⁴, Poeze M⁵, Wodzig WK⁶, Rasmussen BB⁷, van Loon LJ^{1,2}.

Za klidových podmínek (3dny bez namáhavého cvičení)

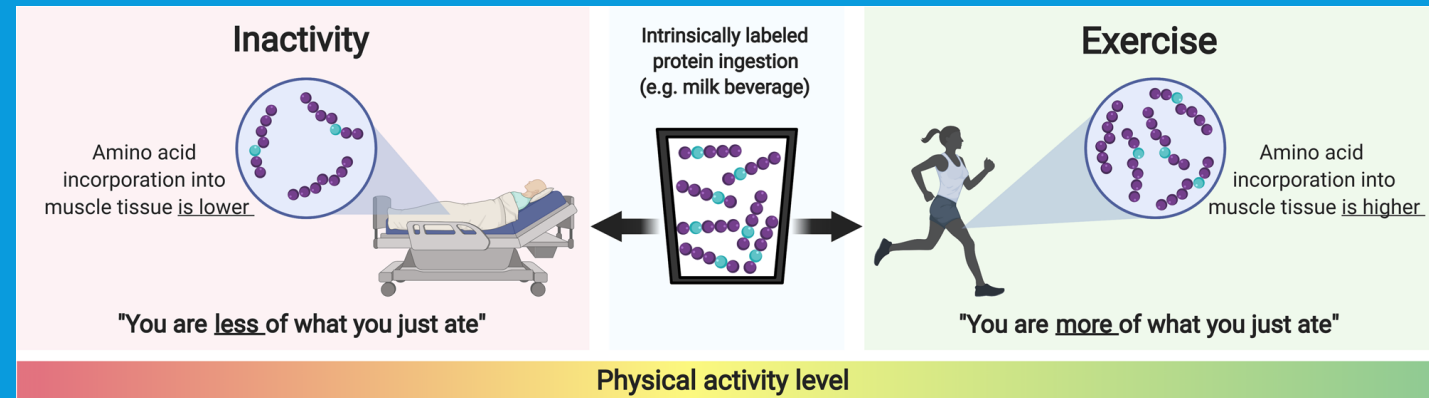


Comprehensive assessment of post-prandial protein handling by the application of intrinsically labelled protein *in vivo* in human subjects

Published online by Cambridge University Press: 25 January 2021

Jorn Trommelen , Andrew M. Holwerda, Philippe J. M. Pinckaers and Luc J. C. van Loon

Show author details



OPTIMÁLNÍ PŘÍJEM BÍLKOVIN

J Int Soc Sports Nutr. 2017 Jun 20;14:20. doi: 10.1186/s12970-017-0177-8. eCollection 2017.

International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise.

Jäger R¹, Kerksick CM², Campbell BJ³, Cribb PJ⁴, Wells SD⁵, Skwiat TM⁵, Purpura M¹, Ziegenfuss TN⁶, Ferrando AA⁷, Arent SM⁸, Smith-Ryan AE⁹, Stout JR¹⁰, Arciero PJ¹¹, Ormsbee MJ^{12,13}, Taylor LW¹⁴, Wilborn CD¹⁴, Kalman DS¹⁵, Kreider RB¹⁶, Willoughby DS¹⁷, Hoffman JR¹⁰, Krzykowski JL¹⁸, Antonio J¹⁹

- Obecná doporučení pro populaci, sportovci, budování svalové hmoty, udržení svalové hmoty ve fázi kalorické restrikce
- RDA 0,8-1,2g/kg
- Sportovci – vhodný zvýšený příjem 1,4-1,6g/kg
- Maximalizace svalové proteosyntézy (budování SH) 1,6 -2,2g/kg
- Udržení sval. Hmoty při kalorické restrikci až 2,3-3,1g/kg



Vysoký příjem bílkovin – zdravotní rizika?

- U zdravých osob by vysoký příjem bílkovin neměl představovat zdravotní riziko
- 1 rok příjmu 2,51 - 3,32 g/kg/den bílkovin u sportovců > bez negativního dopadu na krevní lipidy, funkci jater, funkci ledvin

A High Protein Diet Has No Harmful Effects: A One-Year Crossover Study in Resistance-Trained Males

[Jose Antonio](#), * [Anya Ellerbroek](#), [Tobin Silver](#), [Leonel Vargas](#), [Armando Tamayo](#), [Richard Buehn](#), and [Corey A. Peacock](#)

[J Int Soc Sports Nutr](#). 2016 Jan 16;13:3. doi: 10.1186/s12970-016-0114-2. eCollection 2016.

The effects of a high protein diet on indices of health and body composition--a crossover trial in resistance-trained men.

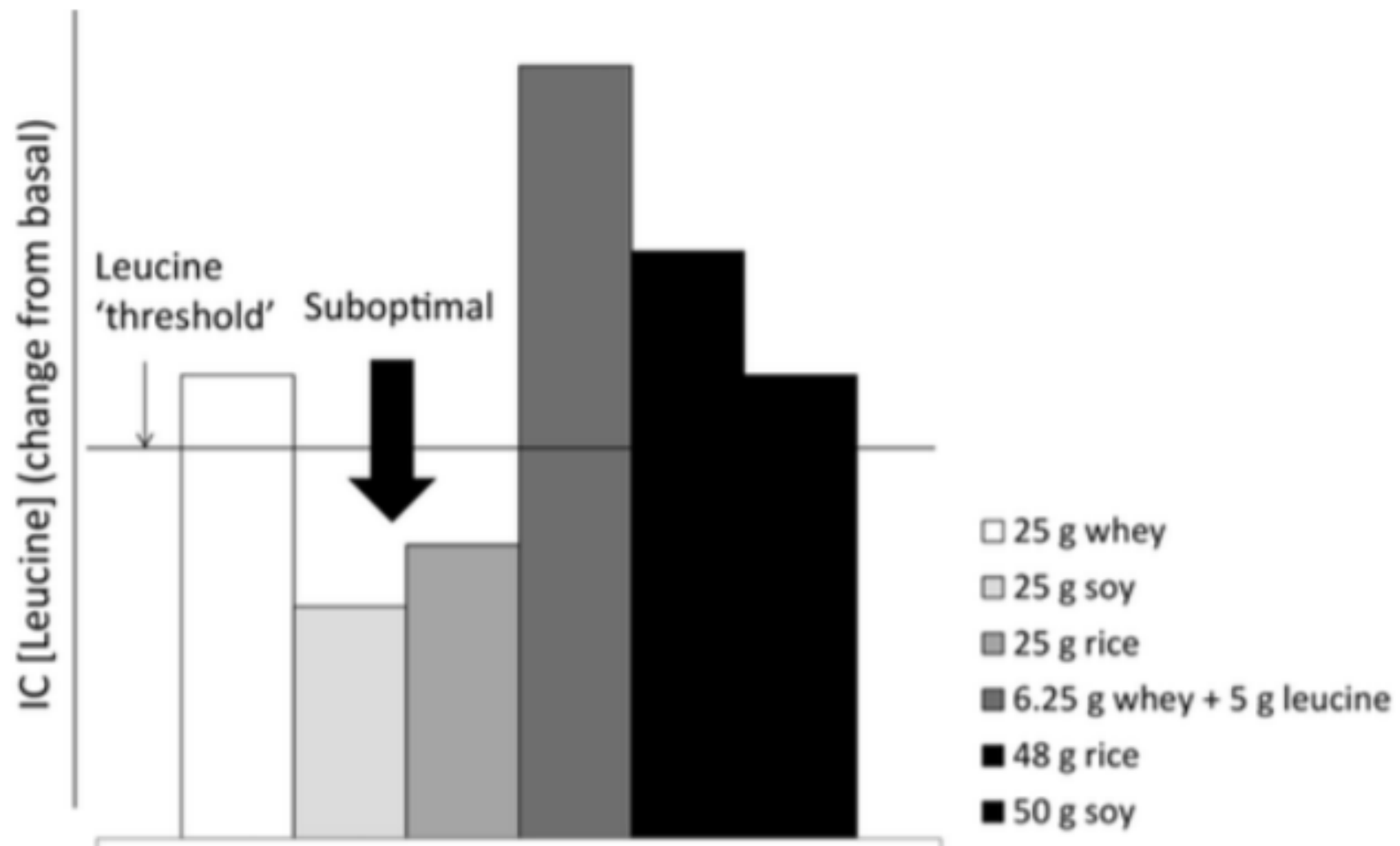
[Antonio J](#)¹, [Ellerbroek A](#)¹, [Silver T](#)¹, [Vargas L](#)¹, [Peacock C](#)¹.



Živočišné vs rostlinné bílkoviny

- Anabolický potenciál
 - Živočišná bílkovina > rostlinná bílkovina
- Využitelnost – limitující AA

Leucinový práh



BÍLKOVINY – MNOŽSTVÍ V JEDNÉ DÁVCE

0,24-0,40 g/kg TH

~ 30 g/dávka (10 g EAA, 2-3g Le)

Zdroje?

Období po tréninku – typ tréninku, split vs. total body

Metodika výzkumů > ekologická validita?

Načasování (distribuce) příjmu?

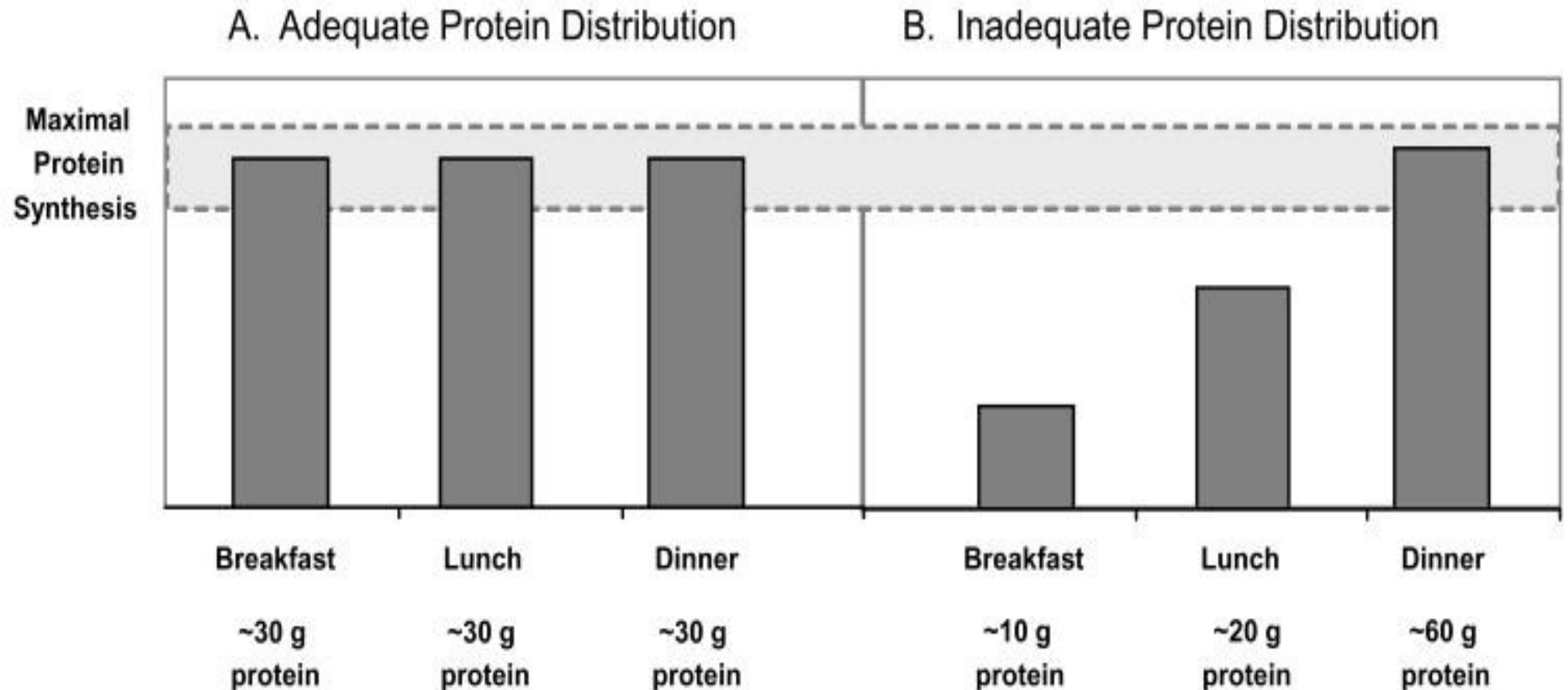
Za účelem maximalizace svalové proteosyntézy se jeví jako nejvhodnější rovnoměrné rozdělení bílkovin v průběhu dne.

[Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2009 Jan;12\(1\):86-90. doi: 10.1097/MCO.0b013e32831cef8b.](#)

Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia.

[Paddon-Jones D¹, Rasmussen BB.](#)

Rovnoměrná vs. Ne-rovnorměrná distribuce



Načasování (distribuce) příjmu

FSR = fractional synthetic rate = Ukazuje, jak rychle by se sval úplně obnovil. FSR 0,04 %/h znamená, že každou hodinu se syntetizuje 0,04 % celkového svalu. To znamená úplně nový sval každé 3 měsíce. Abyste se regenerovali tak rychle jako Wolverine, potřebovali byste FSR 100 000 %/h ve všech tkáních.

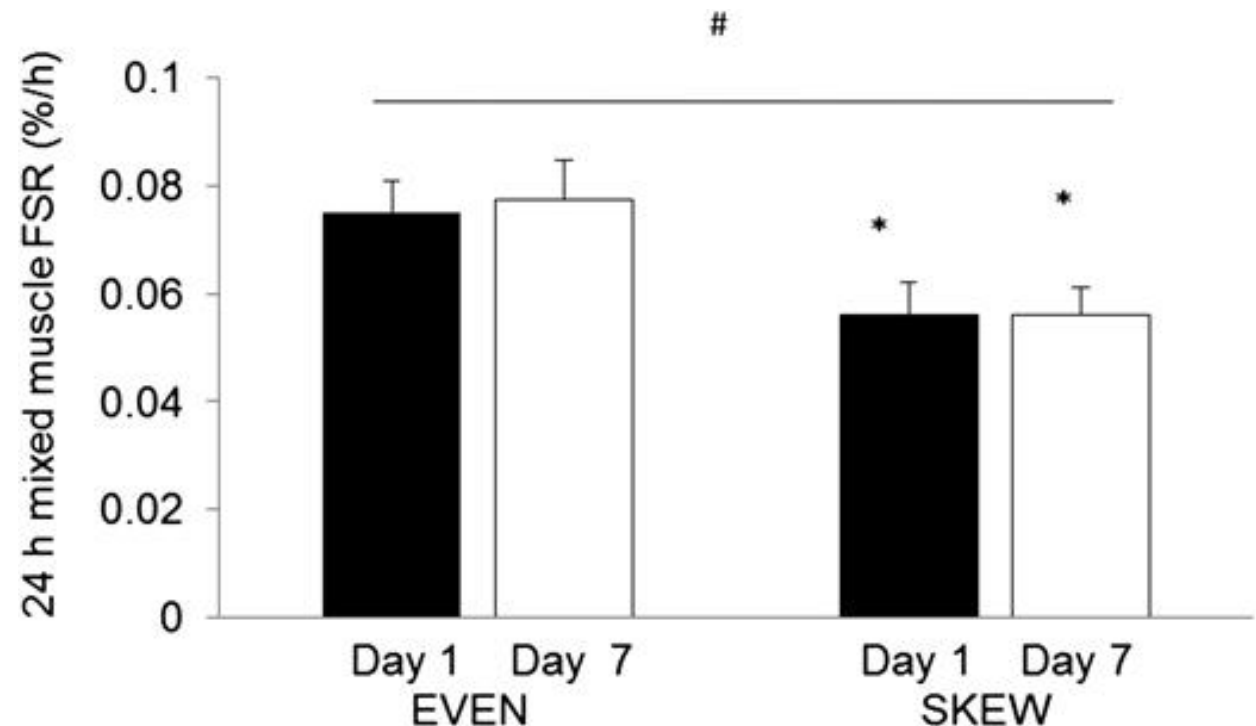
Vyrovnaná distribuce bílkovin v průběhu dne stimuluje MPS do větší míry nežli nevyrovnaná distribuce

EVEN – snídane 31.5 ± 1.3, oběd 29.9 ± 1.6, večere 29.9 ± 1.6 g bílkovin

SKEW – snídane 10.7 ± 0.8, oběd 16.0 ± 0.5, večere 63.4 ± 3.7 g bílkovin

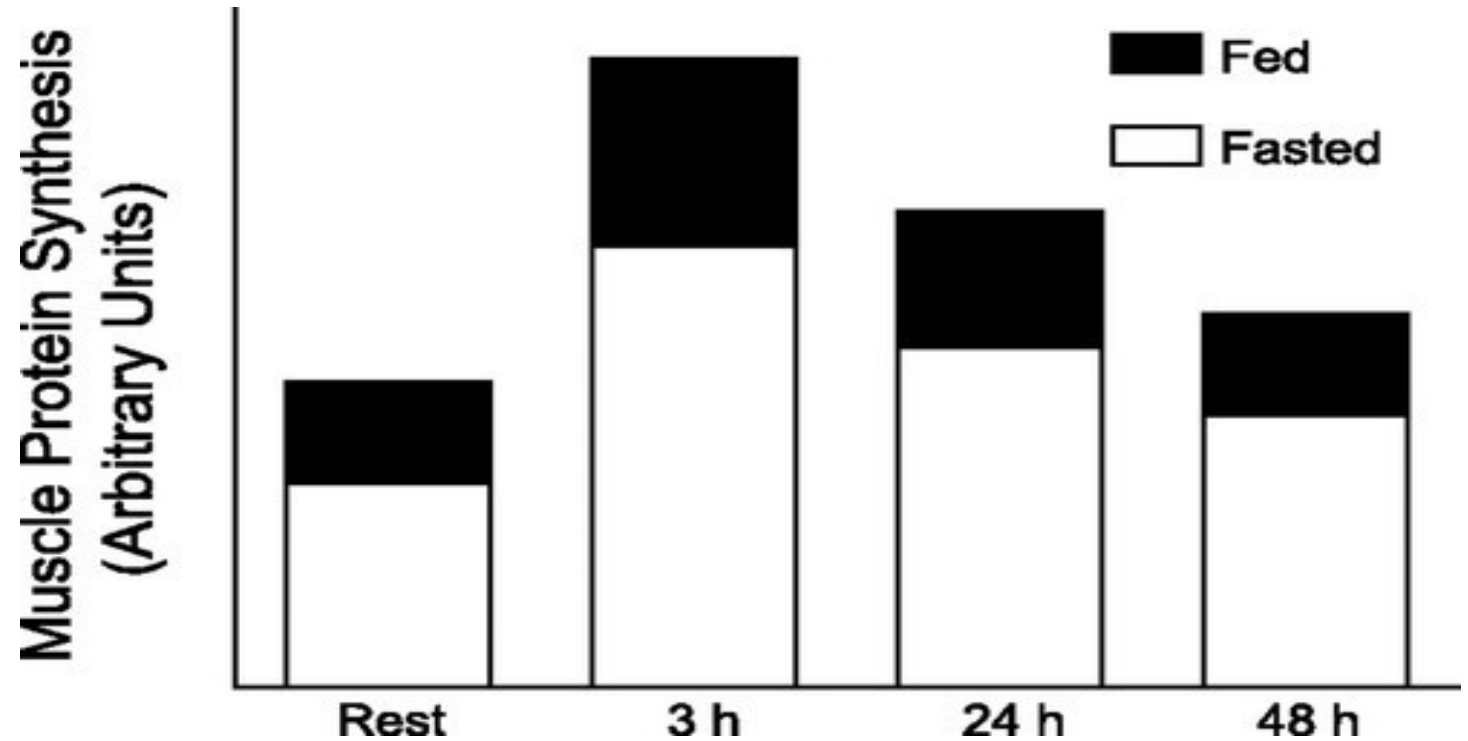
Dietary Protein Distribution Positively Influences 24-h Muscle Protein Synthesis in Healthy Adults^{1,2,3}

[Madonna M. Mamerow](#),⁴ [Joni A. Mettler](#),⁴ [Kirk L. English](#),⁴ [Shanon L. Casperson](#),⁶ [Emily Arentson-Lantz](#),⁴ [Melinda Sheffield-Moore](#),⁶ [Donald K. Layman](#),⁷ and [Douglas Paddon-Jones](#)^{4,5,*}



Bílkoviny před, či po tréninku?

- Načasování příjmu bílkovin vůči tréninku je individuální záležitostí
- Pozitivní vliv na svalovou proteosyntézu je prokázán jak při příjmu bílkovin před, tak po tréninkové jednotce
- Anabolické okno?

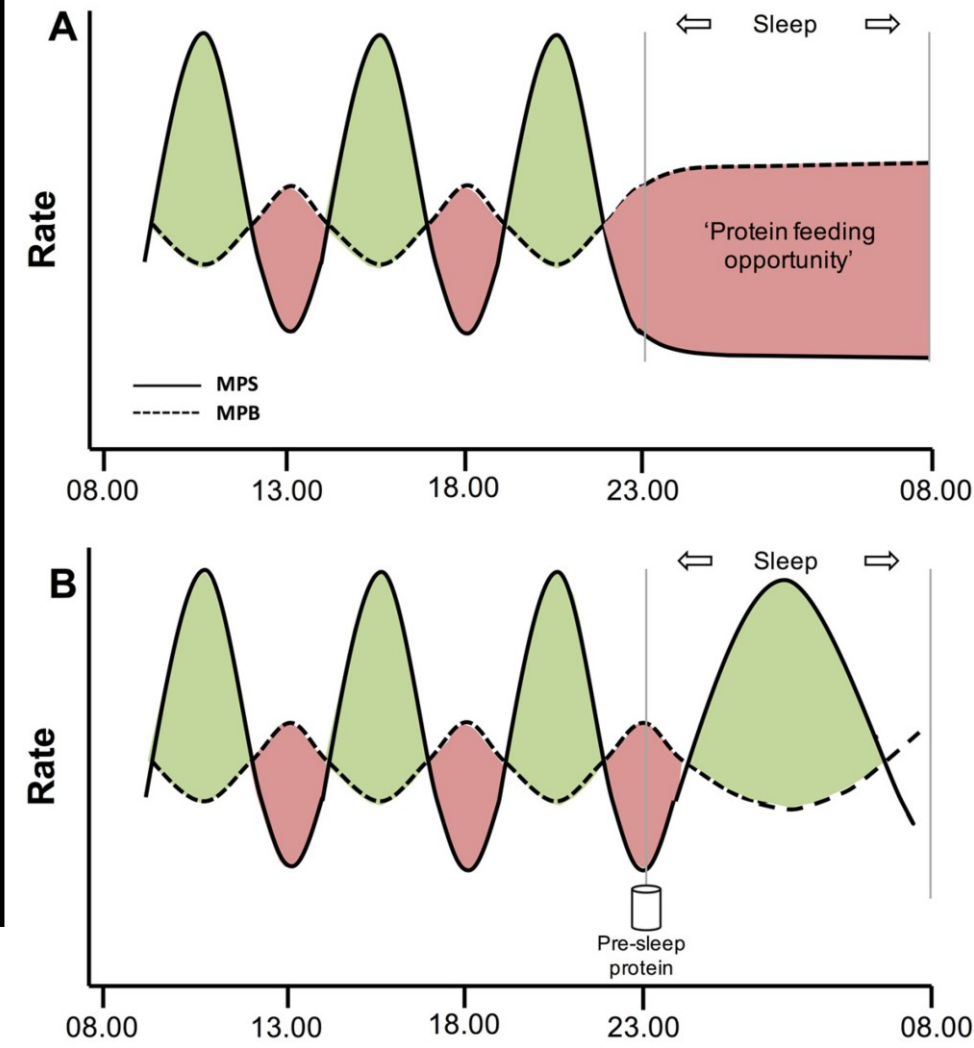


- Tipton, Kevin, Blake Rasmussen, Sharon Miller, Steven Wolf, Sharla Owens-Stoval, Bart Petrini a Robert Wolfe, 2001. Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *American journal of physiology endocrinology and metabolism* [online]. 2001
- Tipton, Kevin D., Tabatha A. Elliott, Melanie G. Cree, Steven E. Wolf, Arthur P. Sanford a Robert R. Wolfe, 2004. Ingestion of Casein and Whey Proteins Result in Muscle Anabolism after Resistance Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online].
- Schoenfeld, Brad Jon, Alan Aragon, Colin Wilborn, Stacie L. Urbina, Sara E. Hayward a James KRieger, 2017. Pre- versus post-exercise protein intake has similar effects on muscular adaptations. *PeerJ* [online].
- BURD, N.A, J.E TANG, D.R MOORE a S.M. PHILLIPS, 2009. Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences. *The Journal of applied physiology*[online]. 2009

Review

Pre-Sleep Protein Ingestion to Improve the Skeletal Muscle Adaptive Response to Exercise Training

by [Jorn Trommelen](#) and [Luc J. C. Van Loon](#) * [✉](#)

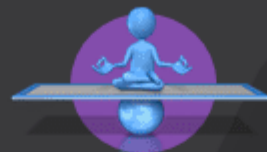


nemá negativní vliv

• 30-40

Recent Perspectives Regarding the Role of Dietary Protein for the Promotion of Muscle Hypertrophy with Resistance Exercise Training

3 Protein Tips During Energy Balance



1 Consume **~1.6-2.2 grams** per kilogram body mass (g/kg) per day during periods of resistance training. 3 meals of ~0.53 g/kg or 4 meals of ~0.4 g/kg protein will achieve these recommendations



2 After **resistance exercise**, consume **~0.4** grams per kilogram body mass to maximally stimulate muscle protein synthesis (MPS)



3 Space protein intake **~3-5h apart** over the course of the day, including one dose 1-3h before bed to offset the decline in muscle protein synthesis (MPS) associated with overnight fasting



3 Protein Tips During Energy Restriction



1 Consume **~2.3-3.1 grams** per kilogram lean body mass (g/kg LBM) per day; in general, protein requirements during periods of energy restriction are higher than normal to promote maintenance or increases in lean body mass



2 **Resistance exercise** should be performed during energy restriction to promote the retention of lean body mass, if desired



3 Focus on including **high-quality protein sources** such as whey and casein, or a blend of each, to improve dietary compliance & appetite control



The combination of consistent exercise and high-quality protein intake is the foundation of lean body mass gain and maintenance, independent of energy balance status