

# Doplňky stravy u vytrvalostních sportů, hydratace u vytrvalostních a silových sportů

Mgr. Petr Loskot

Ústav ochrany a podpory zdraví, LF MUNI

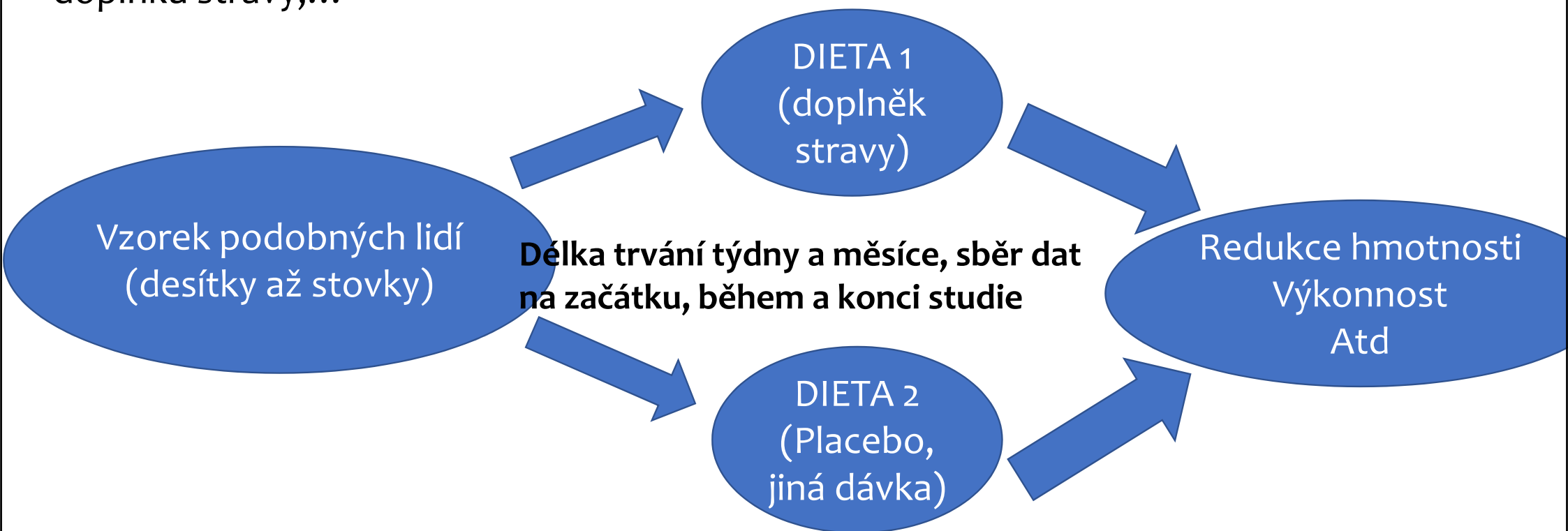
20.4.2021

# Obsah prezentace

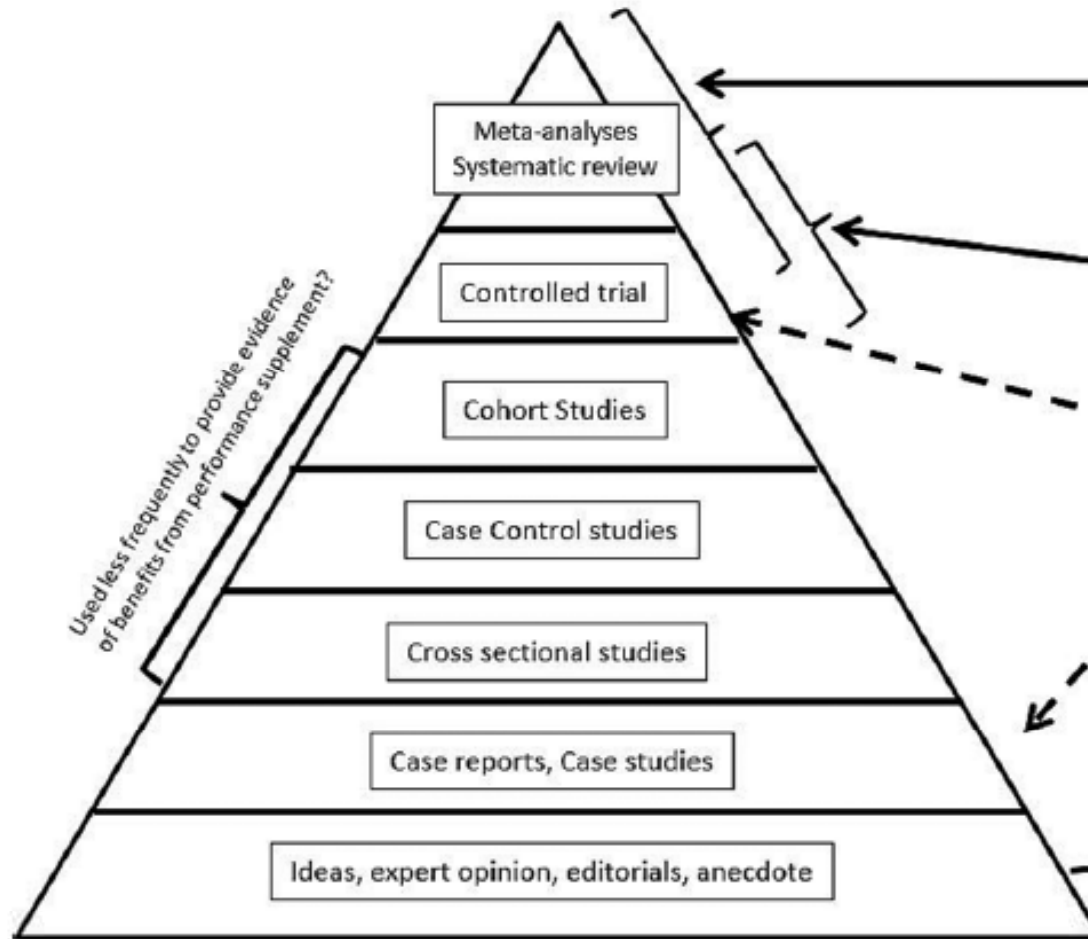
- Proteinové doplňky stravy
- Sacharidové doplňky stravy
- Další látky pro specifickou podporu výkonu
- Hydratace ve sportech

# 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,...



## 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 jsou doplňky stravy skutečně důležité?



# Proteinové doplňky stravy

- Proteinové doplňky stravy a jejich užívání se řídí stejnými pravidly jako u silových sportů
- V ideálním případě přidat lehce stravitelný protein do potréninkového nápoje, viz přednáška potřeba proteinů ve vytrvalostním sportu
- Mezi „účinností“ mezi proteiny není prakticky žádný rozdíl

Zdroj proteinů	WPC	WPI	WPH
Nejčastější obsah proteinů (g)	70–80	85–95	70–80
Nejčastější obsah sacharidů (g)	4–8	1–2	5–7
Nejčastější obsah tuků (g)	4–8	1–2	5–7

# Možné výhody hydrolyzátů pro sportovce

Studie	Výsledek
<b>Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise (Buckley, 2010)</b>	Rychlejší návrat síly po tréninku srovnání WPI vs. WPH vs. placebo bez vlivu na bolest po tréninku (příliš krátké sledování??? po dobu 24 hod)
<b>Whey protein isolate attenuates strength decline after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals (Cooke, 2010)</b>	Rychlejší návrat silových schopností po tréninku srovnání WPH vs. sacharidy
<b>Carbohydrate and protein hydrolysate coingestions improvement of late-exercise time-trial performance (Saunders, 2009)</b>	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

# 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.

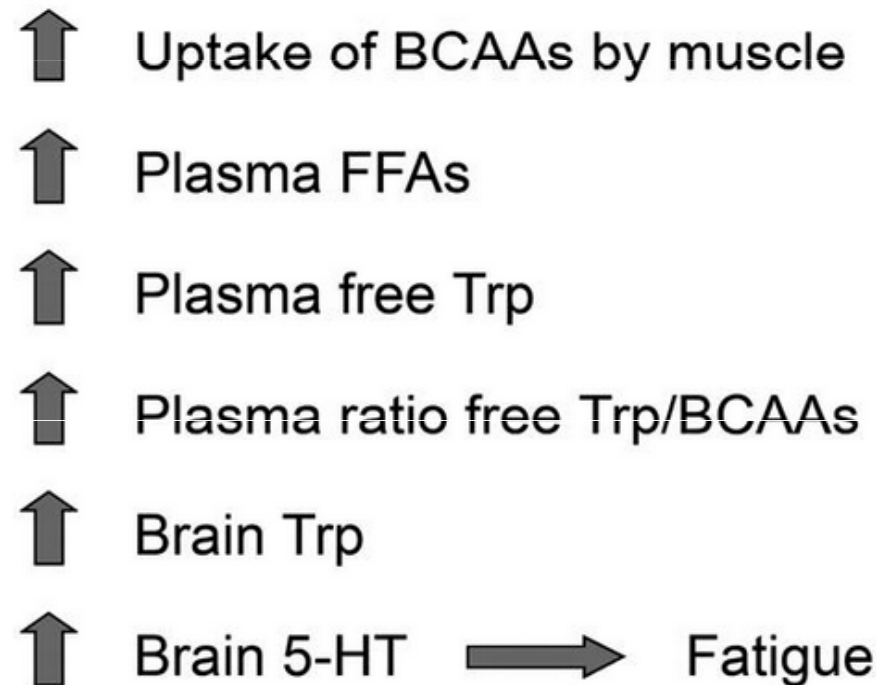


# BCAA <sup>PL1</sup>

- BCAA mohou snižovat míru pocitovaného 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 9

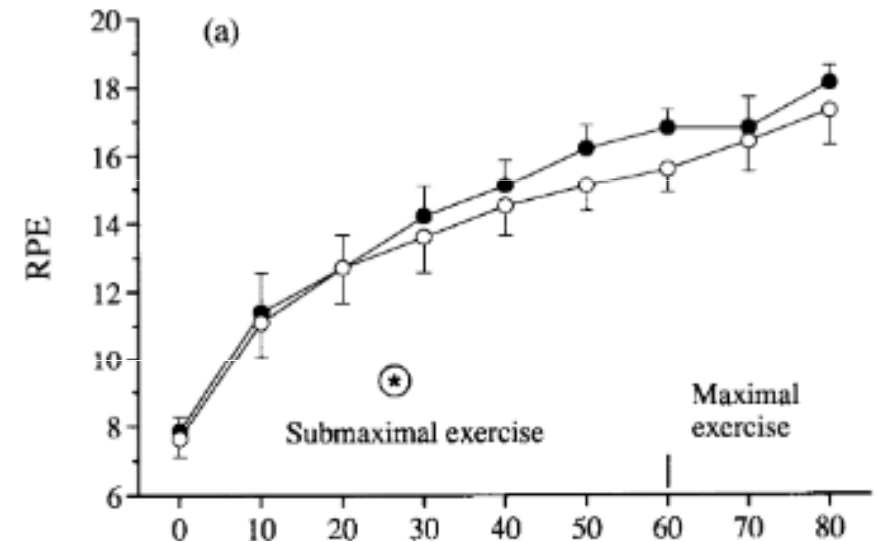
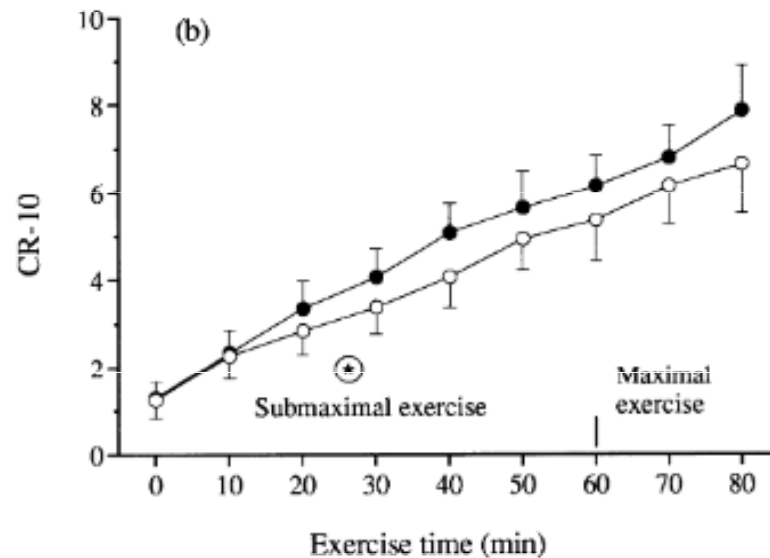
---

**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 % VO<sub>2</sub> 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

# Sacharidové gely, tyčinky, tablety

## Hlavní vlastnosti těchto výrobků

Obsah sacharidů: maltodextrin, glukóza, sacharóza, fruktóza, G-F sirupy

Mohou být přidány: BCAA, stimulanty, antioxidanty, vitaminy

Určeno pro FA delší než 60 min, mezi utkáními x před/po FA

1 balení (hmotnost cca 30–50 g) obsahuje většinou cca 20–30 g S

Gely je nutné zapíjet

# Sportovní (iontové) nápoje

## Obecné složení iontových nápojů

Sacharidy: Glukóza, sacharóza, fruktóza, maltodextrin, isomaltulóza (3–8% nápoje)

Elektrolyty: sodík, chloridy; méně draslík, vápník, hořčík

Kofein a další stimulanty

Vitaminy

Aminokyseliny

- **Nápoje určené během výkonu – ↓ obsah S (hypotonické, isotonické)**
- **Nápoje určené po výkonu – ↑ obsah S (hypertonické)**
- **Monosacharidy:** vysoká osmolalita, rychlejší vstřebatelnost
- **Větší molekuly sacharidů:** nižší osmolalita, pomalejší vstřebatelnost z tenkého střeva

# Iontové nápoje a jejich různé koncentrace

Kategorie nápoje	Osmolalita	Množství sacharidů v nápoji (g/100 ml)	Použití
Hypotonický	Méně	Pod 6 g	Velmi lehká vstřebatelnost z GIT, dobře doplní tekutiny, nevýhodou nižší koncentrace živin
Isotonický	275–295 mosmol/kg	Cca 6–8 g	<b>Ideální pro doplnění sacharidů i tekutin během zátěže</b>
Hypertonický	Více	Nad 8 g	Příliš vysoká koncentrace živin, během zátěže se nehodí, protože by se pomaleji vstřebával a zatížil trávení, ideální po zátěži pro efektivní doplnění svalového glykogenu a bílkovin

**Na obalech iont'áků je většinou napsáno, kolik smíchat prášku a vody pro vytvoření isotonického nápoje**

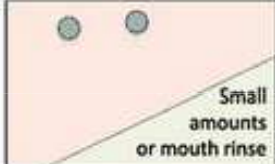
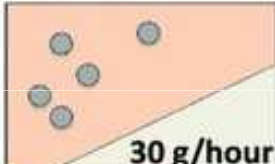
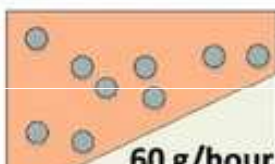
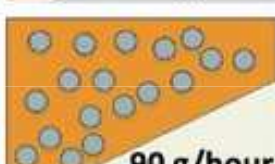
# Ideální koncentrace nápoje pro příjem sacharidů a tekutin během vytrvalostní zátěže

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 alespoň 0,4–0,8 l tekutiny za hodinu.

# Doporučení pro příjem sacharidů – Během zátěže

(American College of Sports Medicine, 2016)  
(Carbohydrate Intake During Exercise, Jeukendrup, 2014)

Duration of exercise	Amount of carbohydrate needed	Recommended type of carbohydrate	Additional recommendation
30–75 minutes	 Small amounts or mouth rinse	Single or multiple transportable carbohydrates	Nutritional training recommended
1–2 hours	 30 g/hour	Single or multiple transportable carbohydrates	Nutritional training recommended
2–3 hours	 60 g/hour	Single or multiple transportable carbohydrates	Nutritional training highly recommended
> 2.5 hours	 90 g/hour	<b>ONLY multiple transportable carbohydrates</b>	Nutritional training essential



# Různé druhy sacharidů v iontácích a gainerech

**Glukóza – nejjednodušší sacharid, nejrychlejší zdroj energie**

Fruktóza – pomalejší metabolizace než glukóza (játra), výhodný při vyšším příjmu sacharidů za hodinu (odlišné transportní mechanismy ve střevě)

Sacharóza – disacharid glukóza+fruktóza

Maltodextrin – různé druhy částečně naštěpených škrobů

Palatinóza – zvláštní disacharid glukózy+fruktózy s nízkým GI kvůli zvláštní vazbě

Vitargo –

Polysacharidy – škroby, mouky, mleté vločky

# Hofman (2016), Nutrition, Health, and Regulatory Aspects of Digestible Maltodextrins

- Ve spojitosti se sacharidy (nejen) ve sportovní výživě → pojem **DE, dextrózový ekvivalent**

$$DE = 100 \times \frac{\text{Reducing sugar, pressed as dextrose}}{\text{Total carbohydrate}}$$

Given this equation, free D-glucose (dextrose) has a DE of 100.

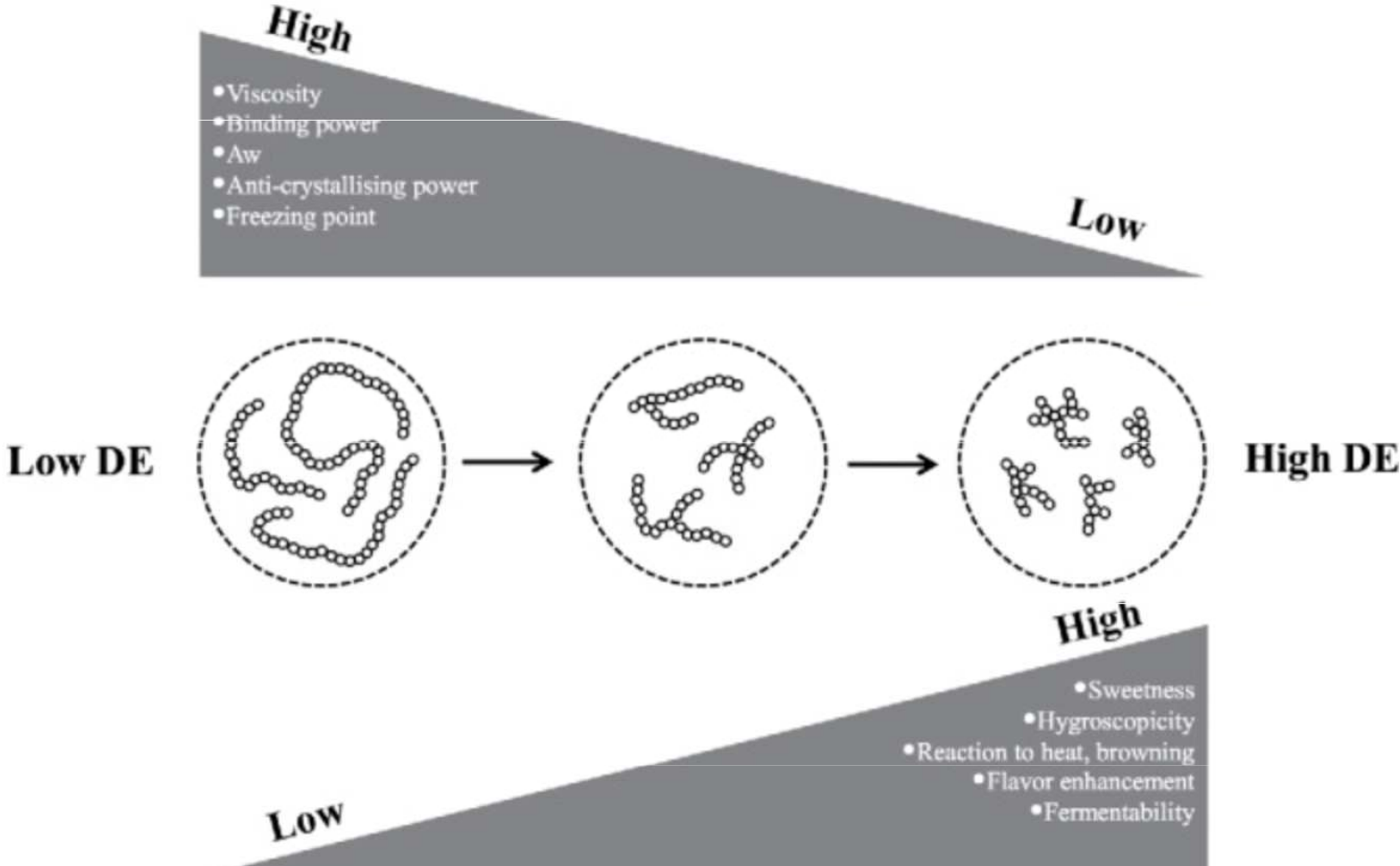
be present in the 'tail' of the molecule, a so-called reducing end. As such, branched MDs are more likely to

Glukóza – DE 100
Maltodextriny – DE 3–20
Dextriny – DE 1–13
Škroby – DE 0

# Maltodextriny: Hofman (2016), Nutrition, Health, and Regulatory Aspects of Digestible Maltodextrins

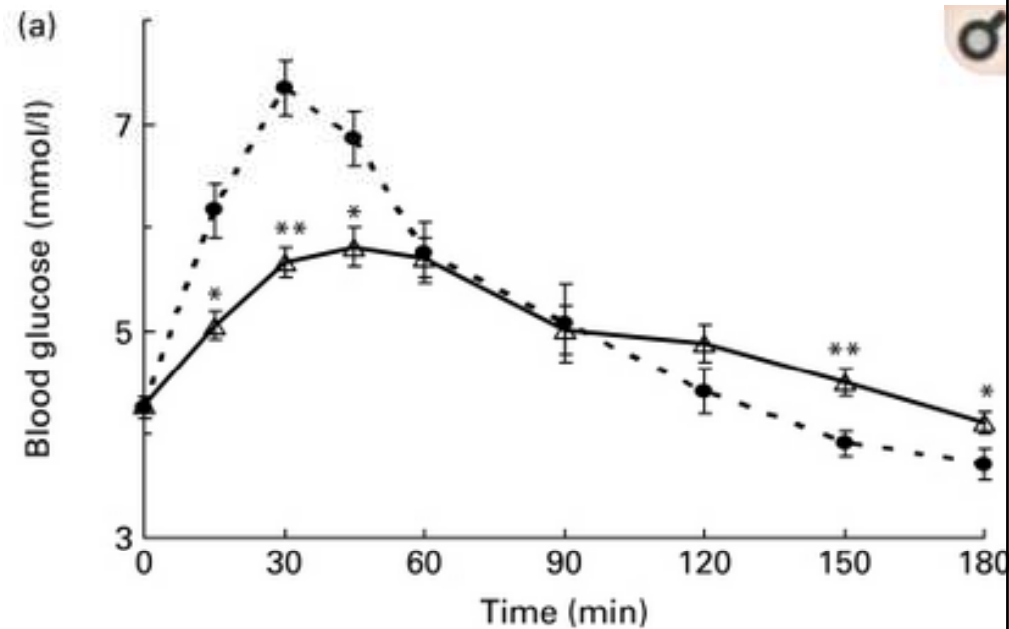
- Maltodextriny: různé směsi sacharidů s DE 3–20
- Maltodextriny, 3–17 jednotek v glukózovém polymeru, nejčastěji 5–10
- Nejčastěji používaný sacharid ve sportovní výživě
- Čím vyšší dextrózový ekvivalent, tím rychlejší stravitelnost
- <https://www.powerpacing.run/tonicity-calculator/>

# Maltodextrin



# Palatinóza (Isomaltulóza)

- Disacharid tvořený glukózou a fruktózou  $\alpha$ -1,6-glykosidickou vazbou
- Nekariogenní
- Tento typ vazby pomalejší štěpení  $\rightarrow$  GI 32
- Lehce nasládlá chuť, cca 50 % sacharózy



Srovnání glykemie po podání 50 g iso vs. sacharózy

# Vitargo

- Sacharid velmi podobný škrobu → vysoká molekulová hmotnost a velmi nízká osmolalita (mnohem nižší než u monosacharidů, ale i maltodextrinu)
- Rychlejší přestup přes žaludek a rychlejší vstřebávání v tenkém střevě
- **Potenciální benefity:**
- Rychlejší doplňování glykogenu po tréninku
  
- **Potenciální nežádoucí účinky:**
- Vyplavení inzulínu během FA a snížení oxidace MK
  
- **Aktuálně pro potvrzení potenciálního benefitu neexistují studie → spíše marketingové tvrzení**

## 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

Při jakémkoliv užívání/doporučování DS je třeba znát jeho složení a dávku, kterou chceme užívat a jaké látky takto přijmeme.

# Iontové nápoje: Závěr

Silový sport	Vytrvalostní sport
<b>Nejsou nutné</b> (krátká doba trvání silového tréninku → energie kryta ze svalového glykogenu, který postačí)	<ol style="list-style-type: none"><li>1) Výhodné při delší zátěži i pro hobby sportovce</li><li>2) Obecné žádoucí při požadavku na udržení maximální výkonnosti během celé trati</li><li>3) Rychlé doplnění glykogenu po zátěži</li></ol>

## Co by měl kvalitní iontový nápoj obsahovat

**Adekvátní množství lehce stravitelných sacharidů vzhledem k náročnosti a délce zátěže**

**Ionty** (zásadní je sodík a chlór (sůl) → největší ztráty potem)

Může být kofein a BCAA

**Co není třeba:** směšné dávky aminokyselin, karnitin, nepatrné množství iontů (Mg, Ca, K)



# Kofein

Mechanismus účinku	Nejlepší praxe podávání	Další cesty výzkumu
<ul style="list-style-type: none"><li>• Antagonista adenosinových receptorů</li><li>• Snižování RPE, únavy, bolesti, zvyšuje bdělost, ostražitost a kognitivní funkce</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Nejčastěji v dávkách 3–6 mg/kg TH,</b></li><li>• <b>I 2–3 mg poskytují benefitní účinky kofeinu</b></li><li>• Často kombinován s dalšími látkami nebo příjmem sacharidů</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Individuální reakce na podání kofeinu</li><li>• Interakce s dalšími látkami</li><li>• Efekt kofeinu na výkon v teplém prostředí</li></ul>

- **Pomalu se opouští vysoké dávkování a dávkování směřuje do množství kolem 2–3 mg/kg TH**

# 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) Zvyšuje výkonnost u trénovaných i netrénovaných jedinců.

6) Vliv na lipolýzu: zvýšení koncentrace cAMP (aktivace HSL), zvýšení hladiny adrenalinu

# Kofein

Rozdíly v rychlosti vstřebatelnosti různých forem  
Obecně nastává k nejvyšší koncentraci kofeinu (tekutá forma, kapsle)  
v krvi za cca 30–60 minut po požití

**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: **2–4 mg/kg TH**

## Southward (2018), The Effect of Acute Caffeine Ingestion on Endurance Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis

Less than a 1% change in average speed is enough to affect medal rankings in intense Olympic endurance events lasting cca 45 s to 8 min.

- Caffeine has a small but evident effect on endurance performance when taken in moderate doses (3–6 mg/kg) as well as an overall improvement following caffeine compared to placebo in mean power output +3,03 % and time-trial completion time **-2,22 %**.

• **Conclusion:** Caffeine can be used effectively as an ergogenic aid when taken in moderate doses, such as during sports when **a small increase in endurance performance can lead to significant differences in placements as athletes are often separated by small margins.**

# Bezpečnost kofeinu – Stanovisko Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA)

**Dlouhodobě je bezpečný denní příjem 5,7 mg/kg TH (tj. pro 70kg člověka 400 mg)**

Za zcela bezpečnou je považována jednorázová dávka 3 mg/kg TH (taktéž v návaznosti na fyzickou aktivitu)

U těhotných a kojících žen by příjem za den neměl přesáhnout 3 mg/kg TH (200 mg)

## Individuální reakce na podání kofeinu

**Metabolismus kofeinu řídí gen kódující jaterní enzymy *CYP1A2***

V populaci existují tzv. rychlí a pomalí metabolizátoři. Pozitivní vliv na výkonnost se v některých studiích ukázal pouze u rychlých metabolizátorů, zatímco negativní vliv u pomalých.

Účinky kofeinu na výkonnost může ovlivnit také obvyklý příjem kofeinu.

Příjem kofeinu může u některých jedinců zvyšovat nervozitu a psychickou nepohodu

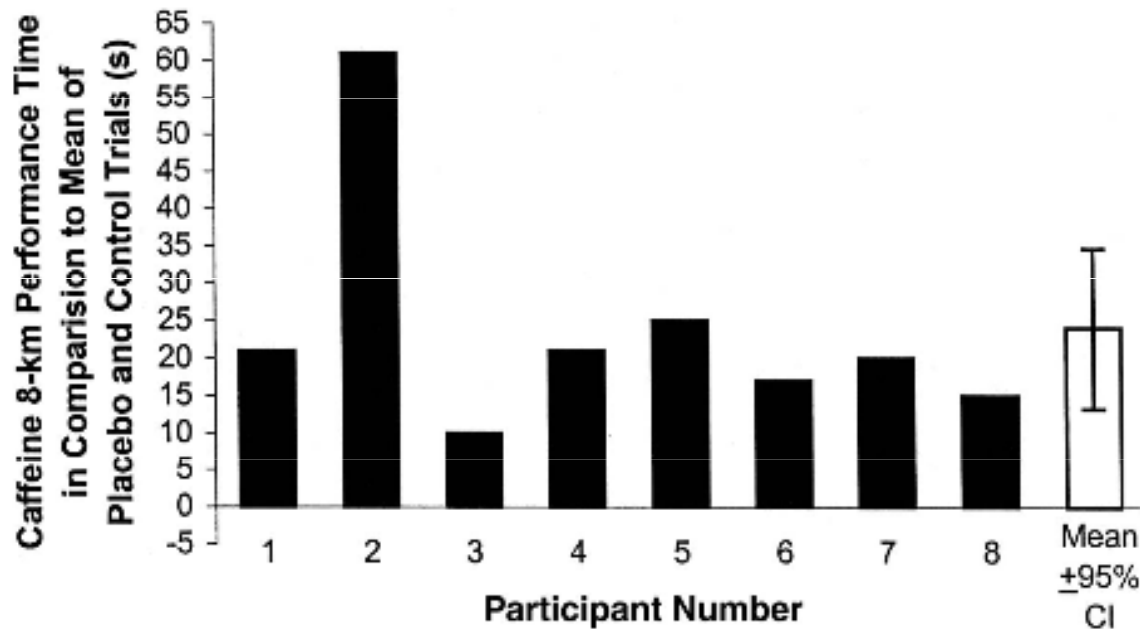
# Southward (2018), The Effect of Acute Caffeine Ingestion on Endurance Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis

- Caffeine has a small but evident effect on endurance performance when taken in moderate doses (3–6 mg/kg) as well as an overall improvement following caffeine compared to placebo in mean power output +3,03 % and time-trial completion time –2,22 %. However, differences in responses to caffeine ingestion have been shown, with two studies reporting slower time-trial performance, while five studies reported lower mean power output during the time-trial.

**Conclusion:** Caffeine can be used effectively as an ergogenic aid when taken in moderate doses, such as during sports when a small increase in endurance performance can lead to significant differences in placements as athletes are often separated by small margins.

# Bridge (2006), The effect of caffeine ingestion on 8 km run performance in a field setting

- Čas běhu na 8 km, 60 minut před požití 3 mg/kg TH kofeinu, nebo placebo, nebo nic
- Double blind, cross-over study
- Interindividuální rozdíly ve zlepšení:



**Výkon s kofeinem**

**31:57 min (-23,8 sekundy)**

**1,2% zlepšení v čase**

**Konfidenční interval 95 % 0,7-1,8 %**

# Beta-alanin

- Beta-alanin + histidin → intracelulární pufr dipeptid karnosin
- Užívání beta-alaninu vede k prokazatelnému navýšení intracelulárních zásob karnosinu

**Saunders (2017),  $\beta$ -alanine supplementation to improve exercise capacity and performance: a systematic review and meta-analysis**

Beta-alanin by se měl užívat denně, alespoň po dobu of 2–4 týdnů, ideálně ještě déle

**Denní dávka 3,2–6,4 g (tj. 65 mg/kg tělesné hmotnosti)**

Beta-alanin zlepšuje výkon při FA o (0,2–3 %), jejíž doba trvání je 0,5–10 minut

Účinky beta-alaninu jsou průkaznější u méně trénovaných jedinců než u více trénovaných, problém představuje i vysoká interindividualita účinků

Jeho účinky se projevují u silového tréninku i ostatních druhů pohybu (vytrvalostní aktivity kratšího trvání)



# Beta-alanin: Mýty a nepřesnosti

**Beta alanin je nakopávač. Mravenčení koncových částí těla je ono „nakopnutí“ do výkonu**

Beta alanin je účinnou a potřebnou součástí preworkoutů a nakopávačů  
→ účinkuje jen při dlouhodobém užívání podobně jako třeba kreatin

Beta alanin funguje i po jednorázovém podání

## Formy beta-alaninu

Kapsle, instantní prášek

Více menších dávek 0,8–1,6 g každé 3–4 hodiny během dne  
může zmírňovat vedlejší účinky mravenčení a brnění

Společné užívání beta-alaninu s jedlou sodou (bikarbonát)  
vede k ještě lepším výsledkům ve zvýšení výkonnosti

# Jedlá soda (Hydrogenuhlíčan sodný)

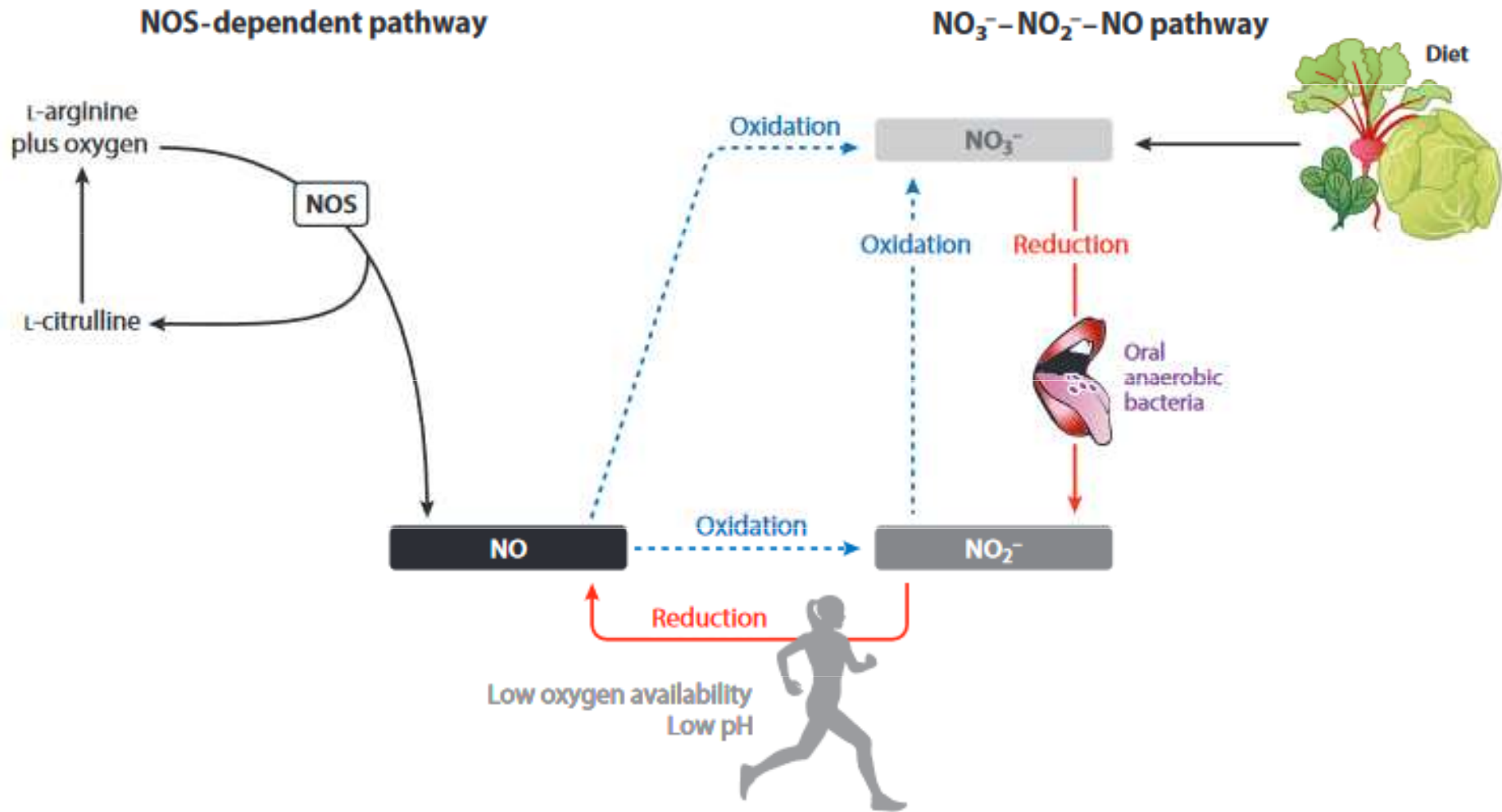
Mechanismus účinku	Nejlepší praxe podávání	Další cesty výzkumu
<ul style="list-style-type: none"><li>• Látka zásadité povahy</li><li>• Funguje jako pufr, který pufruje H<sup>+</sup> ionty vznikající při anaerobním získávání energie (oxidaci sacharidů) při maximální zátěži. Nahromadění H<sup>+</sup> iontů by vedlo k neschopnosti dalšího svalového stahu a nutnosti zastavit pohyb.</li><li>• <b>Zlepšení výkonu o cca 2 % při aktivitách s dobou trvání kolem 60 s</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Jednorázově 0,2–0,4 g/kg TH 60–150 min před FA</b></li><li>• Nebo rozdělení do menších dávek v rozmezí 30–180 min před FA ve stejném celkovém množství</li><li>• Některé protokoly trvající 2–4 dny před cílovou FA</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Individualizace protokolu podávání pro minimalizaci nežádoucích účinků NÚ (nevolnost, zvracení, průjmy)</li><li>• Společný příjem se sacharidy pro zmírnění GIT problémů</li><li>• Nahrazení citrátem sodným (méně NÚ)</li><li>• Před reálným použitím při závodu nutné vyzkoušet</li></ul>

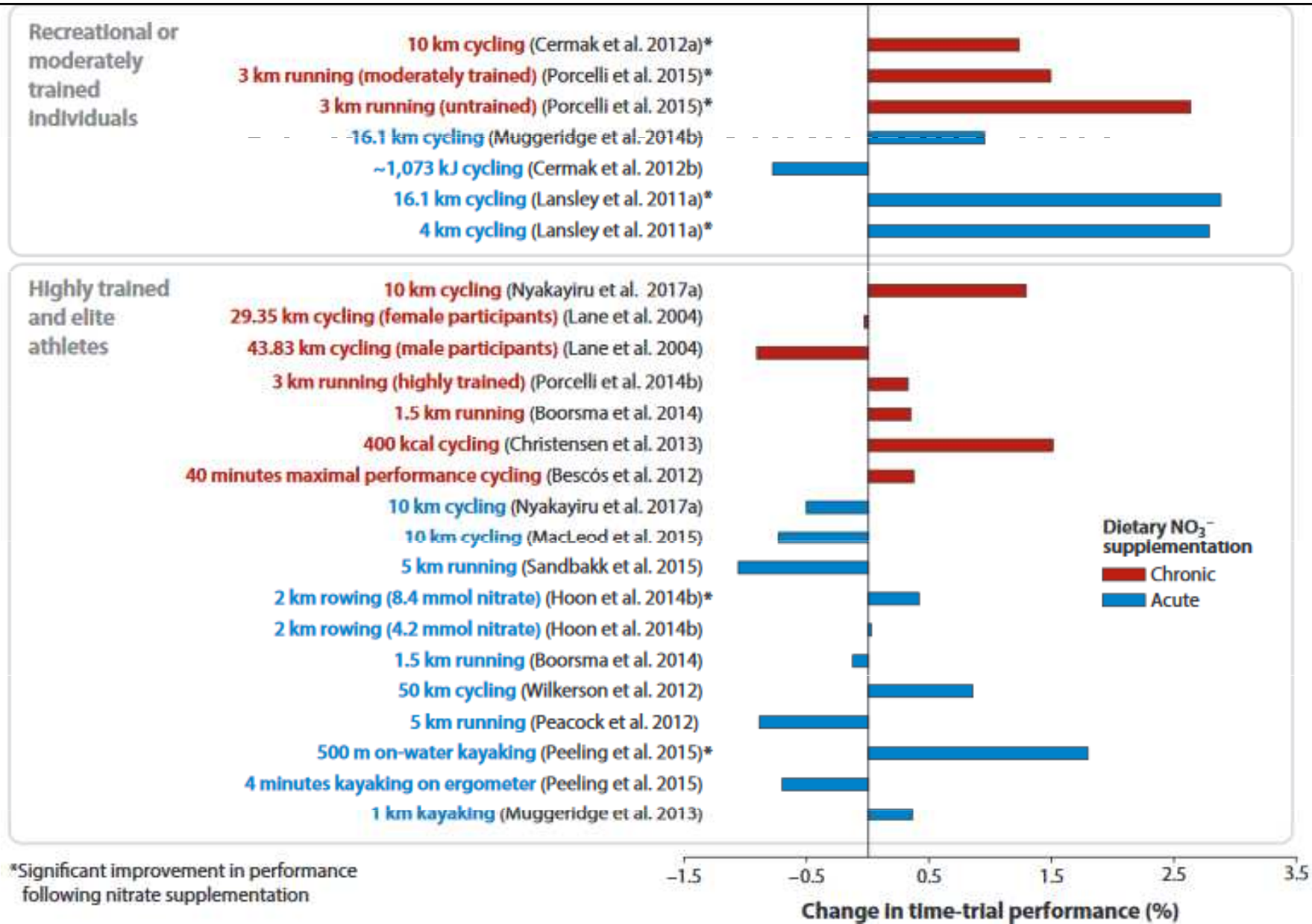
# Šťáva z červené řepy, beetroot juice, Dusičnany

- Jones (2018), Dietary Nitrate and Physical Performance
- McMahon (2016), The Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Endurance Exercise Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis

Mechanismus účinku	Nejlepší praxe podávání	Další cesty výzkumu
<ul style="list-style-type: none"><li>• Zlepšuje ekonomii FA (snížení spotřeby kyslíku při výkonu o cca 5 %)</li><li>• Zlepšení dopravení kyslíku ke tkáním díky NO</li><li>• Zlepšuje kontraktilitu svalstva</li><li>• <b>Zlepšení výkonu při „time-to-exhaustion“ o 1–5 %</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cca 8 (6–10) mmol nitrátů, 2–3 hodiny před zátěží, ideálně dávkovat 3 a více dní</li><li>• Nejčastěji ve formě koncentrátu řepové šťávy</li><li>• 1 mmol = 62 mg nitrátů</li><li>• <b>Účinná dávka se pohybuje kolem 500 mg nitrátů</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Individuální odpověď na podání nitrátů: trénování vs. méně trénování</li><li>• Příjem nitrátů během výkonu pro udržení hladin</li><li>• Interakce s dalšími látkami: kofein, sacharidy</li></ul>

# Šťáva z červené řepy, beetroot juice, Dusičnany





Obsah dusičnanů v různých potravinách  
Hord (2009), **Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits**

Potravina	Obsah dusičnanů (mg) na 100 g čerstvý stav
Mrkev	92–195
Hlávkový salát	12–270
Kapusta	77–137
Špenát	24–390
Čínské zelí	43–161
Zelí	26–125
Bok choy/Pak choi	102–310

# International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics Nejdůležitější látky a atletické sporty

Event	Caffeine	Creatine	Nitrate	Beta-alanine	Bicarbonate
100/200 m + 100/110 m hurdles, 4 × 100 m relay	✓	✓			
400 m + 400 m hurdles 4 × 400 m relay	✓	✓		✓	✓
800 m	✓	✓	✓	✓	✓
1,500 m + 3,000 m steeplechase	✓		✓	✓	✓
3,000 m steeplechase	✓		✓	✓	✓
5,000/10,000 m, cross-country	✓		✓		
20/50 km race walk Half marathon/marathon	✓		✓		
Mountain/ultrarunning	✓		✓		
Jumps (long, high, triple, and pole vault)	✓	✓			
Throws (discus, hammer, javelin, and shot put)	✓	✓			
Heptathlon and decathlon	✓	✓	✓	✓	✓

Výborný review článek těchto látek  
pro další informace:

[Evidence-Based Supplements for the  
Enhancement of Athletic Performance \(2018\)](#)



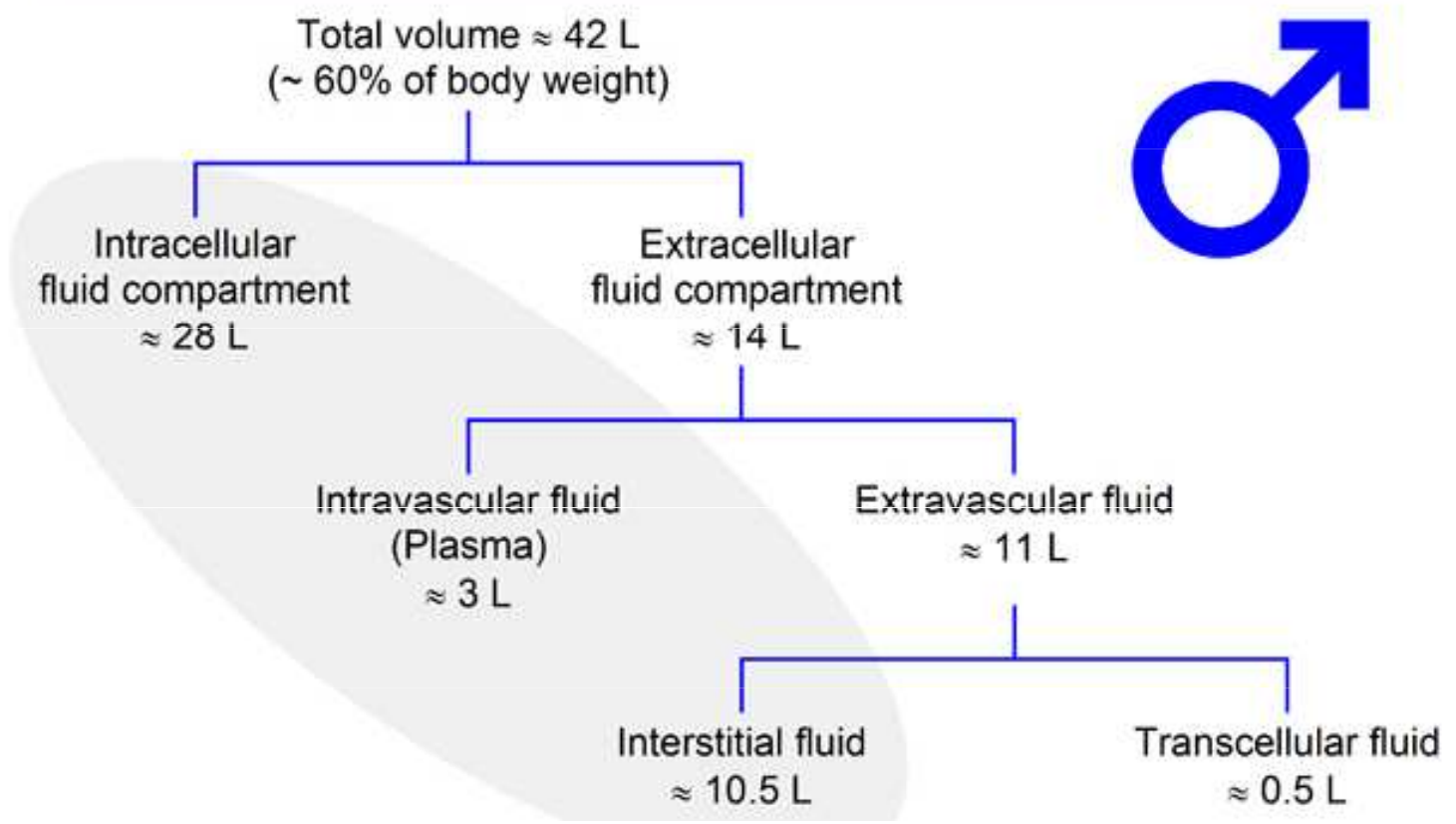
# Hydratace u vytrvalostního sportu

# Hydratace u vytrvalostního sportu

- Účast v metabolických procesech
- Transport látek
- Vylučování metabolitů (pot, moč, dech)
- Regulace tělesné teploty
- Regulace krevního tlaku
- Přímá souvislost s podávaným výkonem

# Tekutiny a lidské tělo

## Body Fluid Compartments of a 70-kg Adult Man



## Svalová a tuková tkáň – zastoupení vody

Složka	Procentuální zastoupení
Tuk	83–87 %
Voda	10–15 %
Proteiny	2–3 %

Složka	Procentuální zastoupení
Voda	73 %
Proteiny	20 %
Glykogen	1–2 %
Intramuskulární tuk	0,01–1 %, zdroje se velmi různí
Anorganické a další organické látky	<5

# Ztráty tekutin

## Ztráty

Močí (1–1 500 ml)

Potem (cca 650 ml, **při FA až 2–3 l/h**)

Vypařováním kůží (cca 500 ml)

Vydechováním par (200–400 ml, při FA ↑)

Stolicí (100 ml)

# Ztráty tekutin – co vše má vliv?

## **Důvody ztráty tekutin**

**Klimatické podmínky**

**Druh fyzické aktivity**

**Hmotnost těla**

**Složení těla**

**Velikost povrchu těla, oblečení**

**Trénovanost**

**Aklimatizace**

# Reakce organismu na ztráty tekutin I

- Pocit žízně při ztrátě 1–2 % tekutin
- Žízeň nastává při ↑ osmolalitě ECT (období dehydratace) → během FA pít před pocitem žízně
- **Ztráta 1–2 % tekutin** – žízeň, mírná únava, kolem 2 % počáteční snížení výkonu
- **Ztráta 3–4 % tekutin** – poruchy termoregulace, razantní ↓ výkonu
- **Ztráta 5–6 % tekutin** – bolest hlavy, ↓ koncentrace, ↑ dýchání, ↓ termoregulace, ↓ srdeční výdej, nauzea, tachykardie

**Ztráty tekutin 2 % a více už jsou obecně považovány za rizikové ve vztahu k výkonu a dalším parametrům**

# Reakce organismu na ztráty tekutin II

- **Ztráta 7–10 % tekutin** – závratě, svalové křeče, poruchy rovnováhy, vyčerpání, kolaps, ↓ V plazmy
- ↑ ↓ osmolality ECT (plazma) o 5 mmol/kg → ovlivní činnost ledvin → snížení/zvýšení tvorby moče
- Změny osmolality, krevního tlaku, objemu krve → aktivace pocitu žízně, stimulace sekrece ADH → udržování objemu plazmy



# Fyzická aktivita a bilance vody

- **Běžná ztráta potem při 22 °C: 300–2400 ml/h** (ženy o něco méně)
- Extrémní podmínky (horké, vlhké prostředí): až 3 l/h
- Trénování se potí více než méně trénovaní (lépe vypracovaný systém termoregulace)
- **Ztráta 2 % CTV → snížení výkonu o 10 %**
- **Ztráta 2,5 % CTV → snížení výkonu až o 40 %**
- **Pot je izotonický ale:**
  - 1) Elektrolyty se při pomalém pocení z kůže vstřebávají zpět → pot je hypotonický
  - 2) Rychlé a silné pocení → elektrolyty se nestačí zpětně resorbovat → pot obsahuje více elektrolytů

# Koncentrace iontů v potu

- Koncentrace (mmol/l) hlavních iontů v potu, plazmě a ICT

Minerální látky	Pot	Plazma	ICT
Sodík	20–80	130–155	10
Draslík	4–8	3,2–5,5	150
Vápník	0–1	2,1–2,9	0
Hořčík	<0,2	0,7–1,5	15
Chloridy	20–60	96–110	8

# Hydratace a metabolismus

- Hydratace ovlivňuje metabolické procesy v bb

**Overhydratace:** lehce snížená glykogenolýza, glykolýza, proteolýza, naopak ↑ lipolýzy a utilizace T

**Dehydratace:** nízký objem vody v buňkách → podpora glykogenolýzy, proteolýzy

# Dehydratace

## Dehydratace a její dopady na buňku

↑ viskozity krve, ↑ osmolality, ↓ V krevní plazmy

↑ teploty tělesného jádra

↓ produkce potu

↑ tepová frekvence

↓ zásobení svalů krví

↓ přísun živin → využití vlastních zdrojů

↑ spotřeba svalového glykogenu, ↓ odvod laktátu, ↓ výkonu

# Adaptace organismu na FA

- Během FA → voda z plazmy do intersticia a svalových bb → nalití svalů
- Přesun pomocí hydrostatického tlaku (TK a kontrakce svalů) a osmoticky (ve svalech ↑ osmolalita – ↑ koncentrace laktátu, Glc...)
- Následuje stabilizace → zvýšení viskozity krve a koncentrace rozpuštěných látek → k nasávání vody zpět do krve
- Další ztráty vody z plazmy ↓ ADH a aldosteron
- Čím více se vypotí, tím větší je ztráta V plazmy → doplnění tekutin (dostatek Na<sup>+</sup>)
- Trénink → k ↑ V plazmy, ↑ počet erytrocytů
- Ztráty potem se s délkou FA ↓
- Tréninkem tělo produkuje ↑ potu s ↓ c elektrolytů

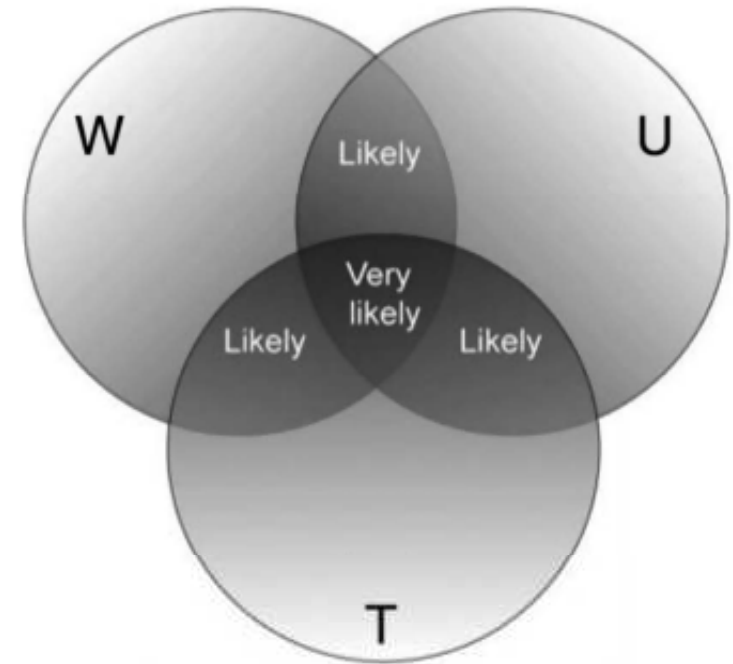
# Stav hydratace a výkon

## Posouzení

Množství a charakter moče

Kontrola hmotnosti před a po zátěži

Pocit žízně – oslabena probíhajícím výkonem



**Figure 1** — The Venn diagram for athlete self-assessment of day-to-day hydration status (Cheuvront & Sawka, 2005). If two or more of the signs (W = reduced body weight, U = dark urine color, and T = feeling thirsty) are present, then correction of fluid balance is required.

## Dehydratace:

- ↓ tvorba potu → stoupá tělesná teplota, TF → přehřátí
- Výrazné pocení → destabilizace elektrolytů (↓ c Na<sup>+</sup> → narušení funkce NS, svalů)

# Hydratace před vytrvalostním výkonem

- Vstup do aktivity s ↓ zásobou tekutin, v průběhu výkonu není možné ↑, jen udržet → začátek s ↑ zásobou tekutin
- Start s plnějším žaludkem → v průběhu výkonu rychlejší vstřebávání dalších tekutin a živin
- Velké dávky nápoje → dráždění GIT (otřesy – zvracení, riziko močení)
- Před startem vypít cca 300–400 ml
- **Důležitost** sodíku v nápoji! Pokud ne → riziko hyponatrémie, ↑ tvorba moče
- 25 ml/kg of fluid consumed cca 2 hours pre-exercise with cca 1-g/kg glycerol or 7 g sodium chloride; typically aids in the short-term retention of cca 600 ml fluid to add to body water stores

**Klíčovým faktorem je vstupovat  
do FA dobře hydratován**

# Nápoje a jejich koncentrace

Kategorie nápoje	Osmolalita	Množství sacharidů v nápoji	Použití
Hypotonický	Méně	Méně	Velmi lehká vstřebatelnost z GIT, dobře doplní tekutiny, nevýhodou nižší koncentrace živin
Isotonický	275–295 mosmol/kg	6–8 g/l	Ideální pro doplnění sacharidů i tekutin během zátěže
Hypertonický	Více	Více	Příliš vysoká koncentrace živin, během zátěže se nehodí, protože by se pomaleji vstřebával a zatížil trávení, ideální po zátěži pro efektivní doplnění svalového glykogenu a bílkovin



# Ideální koncentrace nápoje pro příjem sacharidů během 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.

**Hlavní Cíl: Nebýt žíznivý**

# Hydratace během vytrvalostního výkonu

- Sacharidy v nápoji podporují absorpci vody v tenkém střevě
- Vysoká koncentrace sacharidů → hypertonický roztok → prohloubení dehydratace
- Volba sacharidů: maltodextrin, Glc, Sach, Fru, maltodextrin
- **Koncentrace 3–6 % rychlejší vstřebání než čisté vody, pro hobby sportovce klidně může stačit i tato koncentrace**
- Teplota nápoje: 10–15 °C
- **Intervaly příjmu tekutin**: do 15–20 min (i častěji), pro splnění celkové potřeby tekutin **0,4–0,8 l tekutiny za hodinu**, větší „loky“ 150–300 ml, **při vyšším příjmu sacharidů pro zachování osmolality nápoje i vyšší objem nápoje**
- **Horko a silné pocení** → dodávat zejména Na<sup>+</sup> a vodu, sacharidy spíše v hypotonickém rozmezí

**Klíčové složky nápoje: sacharidy, NaCl (ekvivalent 1 g Na/l = 43,5 mmol sodíku) v nápoji, případně menší množství draslíku v poměru Na:K 3–4:1, nic dalšího nemusí obsahovat**

# Hydratace po vytrvalostním výkonu

- Pozor na prostředí: ↑ zátěž, horko/chlad, nadmořská výška → reakce organismu jiné → neadekvátní žízeň

**V průběhu zátěže náhrada tekutin  
většinou jen z 40–70 % → klíčové doplnit po ukončení!!**

- Začátek ihned těsně po výkonu 500 ml nápoje, možné doplnit o příjem proteinů v obvyklé dávce

**Na každý ztracený kg hmotnosti 1,25–1,5 litru tekutin  
Voda bez elektrolytů není účinná pro rehydrataci  
Na – podpora dalšího pití a retence vody**

# Příjem tekutin u silových sportů

Klíčovým faktorem je vstupovat  
do FA dobře hydratován

Během FA není nutné doplňovat sacharidy

Doplňování tekutin v množství 0,4–0,8 l/h

Na každý ztracený kg hmotnosti 1,25–1,5 litru tekutin  
„Nebát se“ zvýšit příjem sodíku