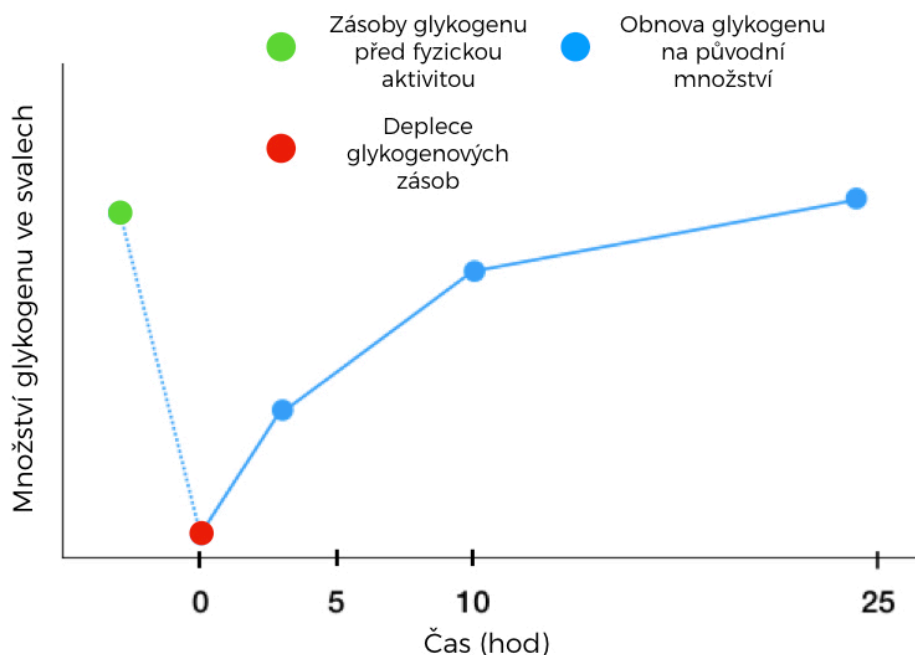


Rychlost resyntézy svalového glykogenu



Zdroj: CASEY, A., et al. Glycogen resynthesis in human muscle fibre types following exercise-induced glycogen depletion. The Journal of physiology, 1995, 483.1: 265-271.

PŘÍJEM SACHARIDŮ BEZPROSTŘEDNĚ PŘED ZÁVODEM

Období několik hodin před závodem je z pohledu vytrvalostního sportovce také velmi důležitou periodou z hlediska maximalizace zásob glykogenu ve svazech a játrech. Konzumace vyššího množství sacharidů v tomto čase pomáhá déle udržet intenzitu vytrvalostního výkonu a utilizaci sacharidů, respektive glykogenu/glukózy jako zdroje energie, a dle většiny studií na toto téma dochází i ke zlepšení fyzického výkonu.^{17,18,19}

Jako optimální dávkování sacharidů před závodem se běžně udává příjem v rozmezí 1-4 g/kg rozdělený do častějších jídel konzumovaných v průběhu několika hodin před vytrvalostním výkonem s vyšší intenzitou ($\geq 70\%$ VO₂max) a délkou trvání nad 90 min. Důležitost tohoto okna před

tréninkem nebo důležitým závodem se navíc zvyšuje, pokud strava, odpočinek či regenerace v předcházejících dnech nebyly ideální.^{12,20}

V souvislosti s dávkováním sacharidů před závodem je však nutné zdůraznit některá rizika. Tím prvním rizikem je vznik gastrointestinálního dyskomfortu, jako je např. nadýmání, průjem či bolest břicha při vyšších podaných dávkách sacharidů. Problémem většiny vytrvalostních závodů bývá jejich začátek v brzkých ranních hodinách, kdy nezbývá tolik času na dostatečný příjem sacharidů a je nutné vybalancovat odpočinek se samotným příjmem potravy. Z tohoto důvodu bychom měli preferovat snadno stravitelné zdroje sacharidů s vyšším glykemickým indexem. Druhým rizikem je výskyt tzv. reaktivní hypoglykémie, která se může objevit po příjmu nadměrného množství sacharidů (zejména glukózy), kdy dojde k vyloučení vysoké dávky inzulínu, která sníží hladinu glykémie pod její fyziologickou mez.²¹ Při tomto stavu se může objevit slabost, třes, nevolnost, pocit hladu, studený pot a samozřejmě obvykle dochází i ke zhoršení následného sportovního výkonu. Těmto rizikům se však dá účinně předcházet tím, že si uvedené postupy vyzkoušíme "nanečisto" a jednoduše si najdeme personalizovaný způsob, který nám vyhovuje z hlediska střevního (dys)komfortu, druhu a množství konzumovaných sacharidů, načasování živin atp. Dle některých studií lze riziko vzniku reaktivní hypoglykémie před závodem také minimalizovat vhodnou rozcvičkou a tím, že posuneme příjem sacharidů blíže k samotnému závodu. Například podle studie z roku 2003 je možné riziko hypoglykémie zmírnit podáním roztoku 75 g glukózy s 500 ml vody 15 minut před tréninkem v porovnání s podáním roztoku glukózy 75 min před tréninkem.²² Tento stav reaktivní hypoglykémie můžeme také vyřešit podáváním sacharidů s nižším GI - např. fruktózy, isomaltulózy či jejich kombinace.

"Příjem sacharidů těsně před výkonem může zlepšit vytrvalostní výkon o 7-20 %."²³

PŘÍJEM SACHARIDŮ V PRŮBĚHU ZÁVODU

Při fyzické aktivitě o střední až vysoké intenzitě dochází k oxidaci sacharidů rychlostí zhruba 1-1,2 g za minutu či 60-72 g za hodinu.²⁴ Díky tomu dojde k téměř úplnému vyčerpání glykogenových zásob v játrech přibližně po jedné hodině a k výrazné redukci svalových zásob glykogenu za cca dvě hodiny, pokud sacharidy nebudeme průběžně doplňovat.

Mezi další klíčové strategie jak podpořit déle trvající fyzický výkon patří podávání sacharidů během závodu či těžkého tréninku vytrvalostního typu. Jako optimální se zde jeví použití roztoku s obsahem 230-350 ml vody a 6-8 % sacharidů (tzn. 6-8 g sacharidů na 100 ml nápoje), který následně podáváme každých 10-12 minut. Tato dávka dokáže udržet vyšší hladinu glykémie a tím i podpořit aerobní výkon.^{24,25,26,27}

Případně, dle dalších zdrojů je vhodné konzumovat zhruba 60 g (neboli 0,5-1,0 g sacharidů na kilogram tělesné hmotnosti) za hodinu u výkonů, které trvají déle než 60 min, respektive déle než 90 min v případě optimálních zásob glykogenu před výkonem. Toto množství sacharidů je vhodné konzumovat ve formě 6-8% roztoku v intervalech 15-30 min.^{2,28,29} V těchto studiích se nejčastěji jako zdroj sacharidů používala glukóza či kombinace glukózy a fruktózy.³⁰

Tyto strategie dávkování sacharidů v průběhu fyzického výkonu opět nabývají vyšší důležitosti v případě, že nedošlo k optimálnímu nasycení glykogenových zásob před závodem či tréninkem (např. z důvodu krátkého času regenerace nebo omezených časových možností ke konzumaci sacharidů). Nicméně stejně jako při dávkování sacharidů před fyzickým výkonem i zde je neméně důležité si dát pozor na možné žaludeční problémy nebo výskyt svalových křečí při podání vyššího množství sacharidů. Je nutné tedy vhodně vybalancovat ergogenní účinky sacharidů se zachováním co nejvyšší intenzity vytrvalostního výkonu a omezením rizika žaludečních obtíží.

PŘÍJEM SACHARIDŮ PO VYTRVALOSTNÍM VÝKONU

Cílená obnova ztracených zásob glykogenu po výkonu se jeví jako klíčová strategie zejména u sportovců, kteří trénují s relativně vysokou frekvencí.

Dle vědeckých studií by příjem sacharidů měl v tomto případě nastat co nejrychleji po fyzickém výkonu, kdy můžeme využít optimální hormonální podmínky (analogie anabolického okna u silových sportovců). Příjem sacharidů po výkonu také dokáže potlačit tvorbu kortizolu a v případě nedostatku proteinů může i okrajově pomoci zabránit katabolismu.³¹

Optimální dávkování sacharidů v průběhu dne v závislosti na délce trvání fyzického výkonu:

Středně intenzivní fyzický výkon trvající 45-60 min:

- 5-7 g sacharidů na kilogram tělesné hmotnosti denně

Středně intenzivní fyzický výkon trvající 1-3 hod:

- 6-10 g sacharidů na kilogram tělesné hmotnosti denně

Středně intenzivní fyzický výkon trvající 4-5 hod a více (případně nad 12 hodin tréninku týdně):

- 8-12 g sacharidů na kilogram tělesné hmotnosti denně a více

V případě potřeby co nejrychlejší obnovy glykogenu je vhodné přijímat sacharidy s vysokým glykemickým indexem a také je vhodné kombinovat sacharidy, které využívají ve střevě odlišné transportéry - například glukózu a fruktózu. Nicméně stále je nejdůležitější jejich celkový denní příjem a typ sacharidů hraje až druhotný význam. Není také bez

zajímavosti, že fruktóza rychleji obnovuje jaterní glykogen a glukóza naopak rychleji obnovuje jeho zásoby ve svalech.^{32,33,34}

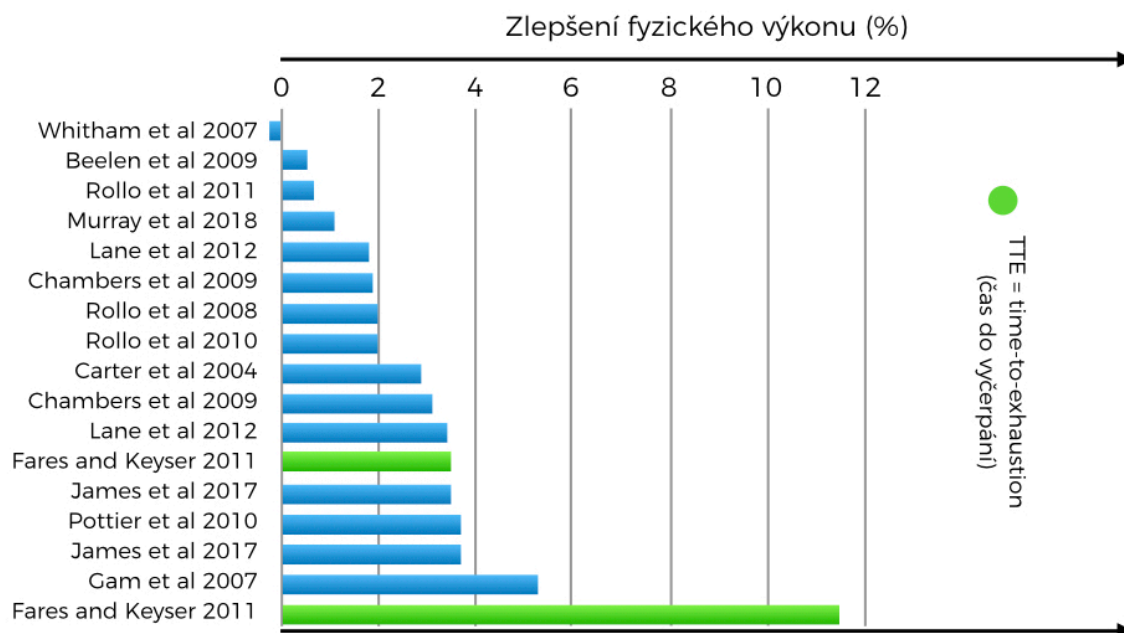
MOUTH RINSE

Další velmi zajímavou a méně známou strategií, jak zlepšit vytrvalostní a zřejmě z části i silový výkon, je tzv. mouth rinse neboli "vypláchnutí" úst roztokem sacharidů. Ukazuje se totiž, že k akutním ergogenním účinkům po požití sacharidů nedochází zřejmě jen vlivem ovlivnění metabolismu (zvýšená hladina glykémie apod.), ale i jejich účinkem na centrální nervovou soustavu. Náš mozek totiž slouží jako centrální počítač, který sbírá a vyhodnocuje signály z periferních oblastí našeho těla (tělesná teplota, stav svalů, kloubů, dostatek nutrientů apod.) a dle těchto signálů rozhoduje o míře zapojení motorických jednotek pro udržení homeostázy organismu a intenzity fyzického výkonu.^{35,36} Je proto pravděpodobné, že při přítomnosti sacharidů v dutině ústní mozek dostane přes chuťové receptory (tzv. chuťové pohárky) signál, že má dostatek nutrientů a může tak dále pokračovat v intenzivní fyzické činnosti.

"Studie ukazují, že přítomnost sacharidů (glukóza i maltodextrin) v dutině ústní aktivuje centra v mozku, jako je ventrální striatum nebo přední cingulární kortex, nezávisle na jejich sladké chuti. Při použití umělého sladidla sacharinu tato centra totiž aktivována nejsou."^{37,38}

Jako optimální strategie v průběhu sportovního výkonu se ukazuje pravidelné vyplachování úst roztokem sacharidů po dobu 5-10 s, přičemž největší účinky má tato strategie u vysoce intenzivních sportovních činností trvajících 30-70 min. Ergogenní účinky jsou přitom srovnatelné se samotnou konzumací sacharidů, ale bez rizika negativních účinků jako je například střevní dyskomfort nebo reaktivní hypoglykémie. Mezi další výhody pro jedince v redukční dietě může patřit fakt, že tímto způsobem nepřijímáme žádné kalorie navíc.^{39,40,41}

Efekt “carbohydrate mouth rinse” strategie na vytrvalostní výkon



Zdroj: Přepočováno dle Asker Jeukendrup z www.mysportscience.com

SACHARIDY A SILOVÝ TRÉNINK



KOFEIN A VYTRVALOSTNÍ VÝKON

Kofein vykazuje ergogenní účinky při aerobním výkonu a v dávkách 3-6 mg/kg znatelně zlepšuje vytrvalostní výkon.

Tyto účinky kofeinu velmi dobře shrnuje hojně citovaná studie z roku 1998, ve které výzkumníci před výkonem podali běžcům kofein v dávce 4,45 mg/kg a nechali je hodinu běžet na páse. **Při podání kofeinových tablet zvládli sportovci za hodinu uběhnout v průměru o 2-3 km více.**⁷⁰

Recentní analýza shrnuje výsledky ze 44 studií, které se zabývaly vlivem kofeinu na aerobní výkon, a ukazuje, že suplementace kofeinu (3-6 mg/kg) snižuje čas potřebný k dokončení vytrvalostního závodu přibližně o 2 %. Na soutěžní či vrcholové úrovni mohou však i tato dvě procenta rozhodnout o medailovém umístění. Tato studie navíc udává velké individuální rozdíly mezi jednotlivci v tom, jak konkrétně na ně kofein působí - ku příkladu u některých sportovců kofein naopak sportovní výkon zhoršil v porovnání s placebo skupinou. Tento negativní efekt je zřejmě částečně způsoben genetickým nastavením sportovců, které ovlivňuje jejich metabolismus kofeinu (viz. dále).⁷¹

"Stejně jako u většiny látek ve sportovní výživě, tak ani u kofeinu neplatí, že čím vyšší je dávka, tím lepší výkon podáme. Při vyšších dávkách se totiž mohou vyskytnout negativní účinky jako je bolest hlavy, nervozita, palpitace, neklid apod., které mohou narušit fyzický výkon. Zlatá střední cesta v dávkování kofeinu pro podporu vytrvalostního výkonu je tedy zřejmě množství 3-6 mg/kg. Studie u vyššího dávkování (9 mg/kg) nezjistily totiž pozitivní vliv na sportovní výkon, spíše naopak."^{72,73}

KOFEIN A TÝMOVÉ SPORTY

Týmové sporty jako je například hokej nebo fotbal obvykle zahrnují střídání vysoce intenzivních intervalů s relativním odpočinkem či výkonem se sníženou intenzitou (výklus apod.).

Ukazuje se, že kofein může zlepšit výkon při těchto vysoce intenzivních přerušovaných činnostech. Například studie z roku 2008 na trénovaných mužích zjistila zlepšení při sprintech na 12x30 m s 35 sekundovým odpočinkem mezi intervaly - konkrétně došlo ke zlepšení nejlepšího času o 1,4 % v porovnání s placebem. Sportovci v této studii dostávali dávku 5 mg kofeinu na kilogram tělesné hmotnosti.⁷⁴

Tyto výsledky potvrzují i další studie, kdy sportovci podstupovali sprinty na ergometru, které měly imitovat sportovní aktivitu u kolektivních sportů. Po podání kofeinu v dávce 6 mg/kg hodinu před výkonem došlo ke zvýšení celkového objemu práce přibližně o 8 % v porovnání s placebem.⁷⁵

Při studii na trénovaných hráčích rugby, kteří vykonávali sprinty a následně i přihrávky, došlo při suplementaci kofeinu v dávce 6 mg/kg k vyšší výdrži sportovců, kteří byli snáze schopni udržet dobrý čas sprintu i na konci fyzického výkonu. Tato studie také prokázala zajímavý efekt kofeinu na zlepšení přesnosti přihrávek o 10 % v porovnání s placebem.⁷⁶

Pokud si to tedy shrneme, na základě mnoha studií víme, že kofein může představovat benefity pro hráče týmových sportů, při kterých se střídají vysoce intenzivní přerušované intervaly - hokej, fotbal, rugby, basketbal a další. Jako optimální se ukazuje dávka 4-6 mg kofeinu na kilogram tělesné hmotnosti, která podpoří nejenom sportovní výkon, ale může představovat výhodu i v precizních motorických schopnostech jako jsou například přihrávky. Zdá se však, že kofein má tyto benefity především u trénovaných atletů, pozitivní vliv kofeinu na zlepšení v týmových sportech je u začátečníku nižší.^{75,76,77,78}

KOFEIN A HYDRATACE

Účinky kofeinu na "odvodnění" jsou mezi sportovci velmi diskutovány, protože optimální stav hydratace je jednou z podmínek podání dobrého fyzického i psychického výkonu. Je to z toho důvodu, že již při mírné dehydrataci, která odpovídá ztrátě 1-2 % tělesné hmotnosti ve formě vody, může dojít k znatelnému zhoršení výkonu a kognitivních schopností sportovce.⁷⁹

Na tuto problematiku se ale musíme podívat z několika odlišných pohledů. Je sice pravda, že kofein má mírné diuretické účinky, které vedou k vyšší ztrátě tekutin močí. Nicméně běžná populace nejčastěji konzumuje kofein ve formě kávy či čaje, které společně s kofeinem obsahují také dostatečné množství vody, takže pití těchto nápojů má celkově spíše pozitivní efekt na hydrataci našeho organismu. Ostatně vlivem běžných nápojů na hydrataci organismu se zabývala nedávná studie z roku 2016, která nezjistila velké rozdíly v tzv. hydratačním indexu mezi čistou vodou a kávou nebo čajem.⁸⁰

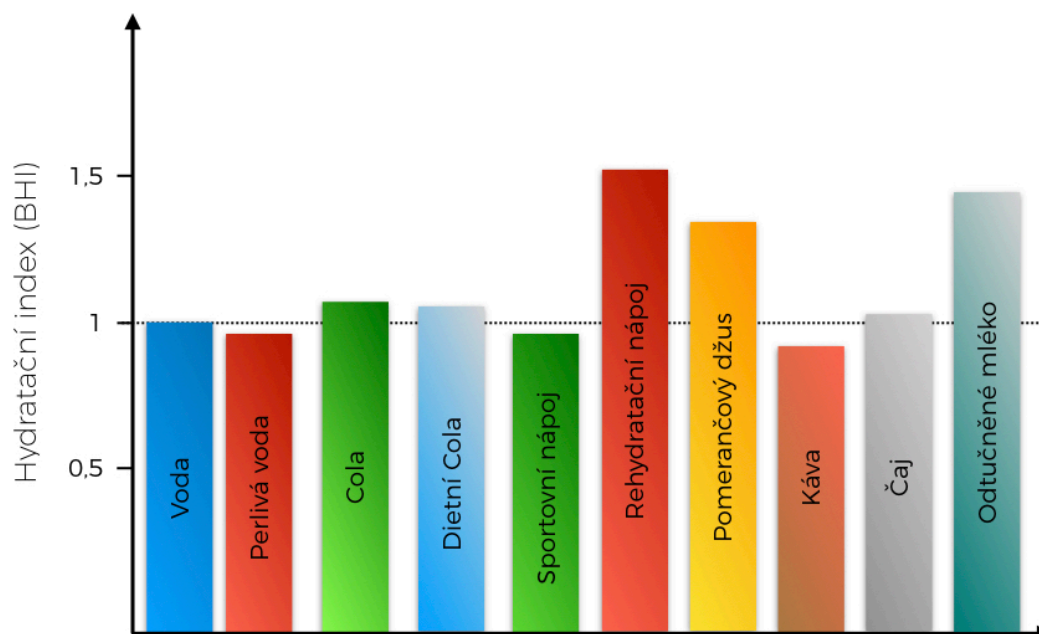
Další problém je ten, že musíme od sebe odlišit účinky kofeinu v klidu a při sportovním výkonu, protože se ukazuje, že náš organismus může reagovat z hlediska hydratace odlišně.

Zdá se, že kofein má vyšší diuretické účinky v klidu, kdy opravdu může při vysokých dávkách přispívat k dehydrataci díky zvýšení produkce moči. Nicméně na druhé straně se ukazuje, že toto neplatí při fyzickém výkonu, kdy kofein dehydrataci nepodporuje. Je to zřejmě způsobeno vyšší sekrecí katecholaminů (adrenalin a noradrenalin) při fyzickém výkonu, které "blokuje" efekt kofeinu na zvýšení produkce moči.⁸¹

Ve skutečnosti velké množství studií prokázalo, že příjem kofeinu před či při fyzickém výkonu nezpůsobuje zvýšené pocení, neovlivňuje negativně

iontovou rovnováhu, termoregulaci, hydrataci a nezhoršuje ani výkon v horkých klimatických podmínkách s vysokou vlhkostí vzduchu.^{82,83,84,85,86}

Hydratační index běžných nápojů



Zdroj: MAUGHAN, Ronald J., et al. A randomized trial to assess the potential of different beverages to affect hydration status: development of a beverage hydration index. The American journal of clinical nutrition, 2015, 103.3: 717-723.

Pokud navíc kofein suplementujete pravidelně či pijete kávu nebo čaj, díky vytvořené toleranci budou případné dehydratační účinky kofeinu zanedbatelné v porovnání s lidmi, kteří nejsou na příjem kofeinu zvyklí.⁸⁷

Další účinky kofeinu

Mezi méně prozkoumané avšak zajímavé účinky kofeinu patří vliv na apoptózu (programovanou buněčnou smrt) a jeho antioxidační působení, které může hrát pozitivní roli v prevenci některých typů rakoviny kůže. Je to zřejmě díky tomu, že kofein pomáhá chránit naše DNA před škodlivým působením UV záření při nadměrné expozici

slunečnímu záření. Tyto účinky platí i pro konzumaci kofeinu ve formě kávy a čaje.^{88,89,90}

Kofein má dále také vliv na energetický metabolismus, kdy zvyšuje bazální metabolismus, navyšuje energetický výdej a má také lipolytické (štěpí tukovou tkáň) a termogenní účinky. Všechny tyto efekty kofeinu se mohou pozitivně podílet na regulaci tělesné hmotnosti.^{91,92}

Konkrétně dávka kofeinu 300 mg/den vede ke zvýšení denního energetického výdeje přibližně o 79 kcal, což se může zdát relativně málo, avšak v dlouhodobém horizontu může tento zvýšený výdej energie pomoci udržet stabilní hmotnost.^{93,94}

Bezpečnost užívání kofeinu

