

**Univerzita Karlova**

**1. lékařská fakulta**

Specializace ve zdravotnictví

Nutriční terapeut



**Mgr. Jan Stuparič**

Vliv užití sacharidového roztoku metodou „mouth rinse“ na vytrvalostní výkon

*The effect of carbohydrate mouth rinse on endurance performance*

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

Praha, 2021

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze dne 20.4. 2021

Mgr. Jan STUPARIČ

Podpis

**Identifikační záznam:**

STUPARIČ, Jan. Vliv užití sacharidového roztoku metodou „mouth rinse“ na vytrvalostní výkon [*The effect of carbohydrate mouth rinse on endurance performance*]. Praha, 2021. 47 s., 10 tabulek, 6 grafů a 9 příloh. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, III. Interní klinika 1 LF UK 2021. Vedoucí práce doc. MUDr. Zdeněk Vilikus, CSc.

**Poděkování:** Moc rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce doc. MUDr. Zdeňkovi Vilikusovi, CSc. za jeho odborné a cenné rady a nápomocnost. Současně velký dík patří všem probandům, kteří se zúčastnili výzkumného projektu v rámci praktické části bakalářské práce.

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá vlivem výplachu úst sacharidovým roztokem, tzv. „carbohydrate mouth rinse“ (dále jen „CMR“), na vytrvalostní výkon. CMR je považován za jednu z efektivních nutričních strategií zvyšující vytrvalostní výkon v trvání od 30–90 minut. Cílem této práce bylo zjistit, zda CMR může zlepšit výkon v rámci běžického třicetiminutového testu s výběrem vlastního tempa při stanovené míře vnímaného úsilí. A to bez významného předešlého ovlivnění nutričního statusu. Uskutečněna byla dvě testovací měření – s využitím CMR a bez něj. Porovnávány byly v první řadě hodnoty uběhnuté vzdálenosti za stanovený čas, dále také míra subjektivních pocitů během výkonu ve smyslu libosti či nelibosti pomocí škály „Feeling Scale“ (dále jen „FS“) a hodnoty tepové frekvence (dále jen „TF“). Při stanovených podmínkách se ergogenní efekt CMR neprokázal, naopak u 6 z celkově 8 testovaných, byl výkon s CMR v porovnání s výkonem bez CMR horší. Lepší pocity libosti uvedlo, z určité míry, pět jedinců, rozdíly však byly minimální. Nepatrné odlišnosti v rámci TF byly naznačeny pouze v případě hodnot průměrné TF, kdy u šesti jedinců byly naměřeny vyšší hodnoty. Obecně vzato se však neprokázalo, že by CMR měl na hodnoty TF významný vliv. Pro vhodné zařazení CMR do praxe velké skupiny vytrvalostních sportů bude třeba dalších vědeckých prací, které budou provedeny na velkém výzkumném souboru, budou imitovat soutěžní zatížení a budou se zabývat více praktickou stránkou aplikace CMR.

**Klíčová slova:** mouth rinse, vypláchnutí, dutina ústní, sacharidy, vytrvalost, výkon

## Abstract

This bachelor thesis is focused on the effect of carbohydrate mouth rinse (CMR) on endurance performance. CMR is considered to be one of the effective nutritional strategies that increases endurance performance in duration from 30-90 minutes. The aim of this thesis was to determine whether CMR can improve performance in a running 30-minute test with self-selected pace and set rate of perceived exertion. All of that without any prior significant influence on nutritional status. Two trials were realized – with and without CMR. Total distance covered during a stated time period was compared, as well as the rate of subjective feelings during the physical activity in the sense of pleasure-displeasure using the Feeling scale. The heart rate was compared as well. Under specified conditions the ergogenic effect of CMR was not confirmed, on the contrary 6 of 8 participants performed worst in the trial with CMR compared to one without CMR. Five participants mentioned enhanced feelings of pleasure to some extent, but the differences were minimal. Regarding heart rate little difference were indicated in the case of average heart rate, when higher values were detected in six participants. However, overall significant effect of CMR on heart rate was not shown. For the efficient implication of CMR into the practice of wide scale of endurance sport further scientific work with a large group of participants will be needed. The design of these studies should correspond as much as possible with the competitive performance and should consider more the practical aspects of the use of CMR.

**Keywords:** mouth rinse, oral cavity, carbohydrate, endurance, performance

# Obsah

1	Úvod .....	9
2	Teoretická část .....	11
2.1	Vytrvalostní výkon .....	11
2.1.1	Dělení druhů vytrvalosti .....	11
2.1.2	Fyziologie vytrvalostního výkonu .....	11
2.1.3	Energetické zajištění vytrvalostního výkonu .....	12
2.2	Sacharidy a jejich vztah k vytrvalostnímu výkonu .....	13
2.2.1	Role sacharidů ve vytrvalostním sportu .....	13
2.2.2	Trávení sacharidů .....	13
2.2.3	Sacharidové nápoje .....	14
2.2.4	Příjem sacharidů během vytrvalostního výkonu .....	15
2.3	Pitný režim a jeho vztah k vytrvalostnímu výkonu .....	16
2.3.1	Pitný režim během výkonu .....	16
2.3.2	Doporučené množství příjmu tekutin během výkonu .....	17
2.4	Zaživací obtíže vytrvalostních sportovců .....	17
2.4.1	Faktory přispívající ke vzniku zaživacích obtíží .....	17
2.4.2	Nutriční trénink .....	17
2.5	„Carbohydrate mouth rinse“ (CMR) .....	18
2.5.1	Principy fungování CMR .....	18
2.5.2	Protokoly CMR .....	18
2.5.3	Vliv CMR na vytrvalostní výkon .....	19
2.5.4	Podmínky ovlivňující efekt CMR .....	20
2.5.5	Vliv CMR na vysoce intenzivní přerušovanou zátěž .....	21
2.5.6	Vliv CMR na silový výkon .....	21
2.5.7	Vliv CMR na kognitivní funkce .....	21
2.5.8	Efekt užití jiných než sacharidových roztoků metodou „mouth rinse“ .....	22
2.5.9	Výživová doporučení odborné veřejnosti a CMR .....	23
3	Praktická část .....	24
3.1	Cíle práce .....	24
3.2	Výzkumné otázky .....	24

3.3	Metodika práce.....	24
3.3.1	Výzkumný soubor.....	24
3.3.2	Organizace výzkumu.....	25
3.3.3	Metody výzkumu.....	26
3.3.4	Protokol CMR.....	27
3.3.5	Sběr a analýza dat.....	27
4	Výsledky.....	28
4.1	Uběhnutá vzdálenost.....	28
4.2	Subjektivní hodnocení pocitů při zátěži.....	31
4.3	Tepová frekvence.....	32
5	Diskuze.....	36
6	Závěr.....	39
	Seznam použité literatury.....	40
	Seznam zkratk	
	Seznam grafů	
	Seznam tabulek	
	Přílohy	



# 1 Úvod

Snaha lidí o zvýšení fyzického výkonu pomocí výživy je stará téměř jako lidstvo samo, ale největší rozmach zažívá sportovní výživa především v několika posledních dekádách. Díky technologickému vývoji ve dvacátém století se začaly vyrábět první sportovní výživové doplňky, byly provedeny jedny z prvních velkých studií zkoumající ergogenní, tedy výkon povzbuzující, účinky výživy a účinnost jednotlivých nutričních strategií. Oblast sportovní výživy se i nadále velmi rychle vyvíjí a neustále se objevují a zkoumají nové nutriční postupy potenciálně napomáhající zlepšení sportovního výkonu. V moderním sportu rozhodují ty nejmenší detaily – často setiny sekundy či zlomky centimetrů. Právě proto může vhodně zvolená nutriční strategie, zvyšující výkon i o jednotky procent, rozhodovat o sportovním úspěchu či neúspěchu.

Jednou z poměrně nových nutričních strategií pro zlepšení vytrvalostního výkonu je tzv. „mouth rinse“, tento termín lze z anglického jazyka přeložit jako vypláchnutí úst. Ergogenní efekt metody „mouth rinse“ se prokazuje zejména v případě užití sacharidového roztoku. V zahraničních publikacích je tedy nejčastěji specificky používán termín „carbohydrate mouth rinse“ (CMR). Avšak metodou „mouth rinse“ může být užitá také např. voda, kofein, menthol a řada dalších látek.

Ergogenní efekt ingesce sacharidů v průběhu vytrvalostního výkonu je již dlouhodobě známý. Až po roce 2000 se objevila první studie, která ukázala, že ke zlepšení vytrvalostního výkonu může dojít i při pouhém vypláchnutí úst sacharidovým roztokem. Na ni navázalo mnoho dalších vědeckých prací a nadále se zkoumají rozličné druhy roztoků, různé doby působení v dutině ústní, druhy zátěže, ale také např. vliv CMR na kvalitu kognitivních funkcí. Ergogenní efekt CMR ještě není zcela objasněn. Je ale prokázáno, že přítomností sacharidů v dutině ústní se zvyšuje aktivita v mozkových centrech, která ovlivňují motivaci, řízení pohybu a emoční jednání. Účinnost CMR tedy funguje na základě signálů v rámci centrální nervové soustavy, nikoli na metabolických principech.

Praktická část této bakalářské práce má podobu testování vlivu CMR na vytrvalostní výkon rekreačních běžců. Konkrétně se jedná o třicetiminutový běžecký vytrvalostní test s vlastním výběrem tempa při stanovené míře úsilí. Testovaní byli podrobeni vždy dvěma měřeními, jednomu s intervencí v podobě CMR a jednomu bez. Porovnávány byly hodnoty uběhnuté vzdálenosti, tepové frekvence, ale také subjektivní pocity potěšení z pohybové aktivity.

Téma této práce bylo autorem zvoleno z několika důvodů. Hlavním důvodem je, že CMR je ve výživě ve vytrvalostních sportech poměrně často diskutované téma a v tuzemsku mu doposud nebyla věnována velká pozornost. Dalšími důvody jsou, že autor se sám dlouhodobě věnuje vytrvalostním sportům, pracuje jako osobní trenér, zabývá se sportovní

výživou a výživou vytrvalostních sportovců obzvlášť. Zároveň spojením sportu a výživy dochází k přirozenému navázání na jeho předchozí studia na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy.

## 2 Teoretická část

### 2.1 Vytrvalostní výkon

Vytrvalostní výkon je takový sportovní výkon, který může trvat minuty až hodiny kontinuální formou či s jednotlivými přestávkami. Samotná kvalita vytrvalostního výkonu je významně závislá na schopnosti organismu přenášet kyslík, využívat energii, ale závisí také na úrovni ekonomie pohybu a nervosvalové práce. Od délky vytrvalostního výkonu se odvíjí jeho intenzita. V principu jde tedy o provádění činnosti určitou intenzitou co nejdéle či nejvyšší možnou intenzitou v určitém časovém pásmu. (Dovalil, 2009; Zahradník & Korvas, 2012)

#### 2.1.1 Dělení druhů vytrvalosti

Dle délky trvání sportovního výkonu se vytrvalost dělí do několika skupin. Při trvání přibližně od 105 do 180 sekund se jedná tzv. krátkodobou vytrvalost – specificky lze uvést např. běh na 800 m. Střednědobá vytrvalost se uvádí v rozmezí od 3,5 do 13 minut, což je doba trvání typická kupříkladu pro běhy na 1500 až 5000 m. Poměrně široká škála se uvádí u dlouhodobé vytrvalosti. Konkrétně se jedná o rozmezí od 10-13 minut až po několik hodin, což mohou reprezentovat běhy od 5000 m až po půlmaraton. (Dovalil 2009; Vilikus 2015) Sportovní výkony trvající dvě hodiny a déle popisuje Vilikus (2015) jako velmi dlouhou vytrvalostní zátěž. Jako příklad lze uvést maratonský běh a jiné ultravytrvalostní závody, jako jsou ironman, Spartan Ultra, a další.

#### 2.1.2 Fyziologie vytrvalostního výkonu

Kvalita vytrvalostního výkonu je limitována zejména úrovní řady fyziologických funkcí. Vůbec nejdůležitější roli hraje kardiorespirační systém. Ten zajišťuje příjem a přenos kyslíku a energetických substrátů do pracujících svalových skupin. Zásadní úlohu zastupují také metabolické procesy, které ovlivňují, na jaké úrovni probíhá látková výměna a jak dokáže lidský organismus pracovat s energií. Pro vytrvalostní výkon je důležitá schopnost organismu vytvářet optimální energetické zásoby a v případě potřeby je umět pohotově mobilizovat – jak za přístupu kyslíku či jeho nedostatku. Nelze opomenout důležitost centrální nervové soustavy. Ta zajišťuje správnou koordinaci aktivace a relaxace agonistických a antagonistických svalových skupin, bez které nelze vytvářet ekonomický pohyb. Je to mozek, který reguluje výdej energie při zátěži s cílem chránit životní funkce a zachovat homeostázu. (Dovalil, 2009; Zahradník & Korvas, 2012) Mimo rámec fyziologických faktorů je zapotřebí zmínit velmi důležité faktory psychické. Dlouhodobá koncentrace a volní úsilí jsou v kontextu vytrvalostního výkonu taktéž zásadními proměnnými. (Dovalil, 2009)

### 2.1.3 Energetické zajištění vytrvalostního výkonu

K pokrytí energetických nároků v průběhu vytrvalostního výkonu dokáže lidský organismus využívat štěpení všech tří makroživin – sacharidů, tuků i bílkovin. O tom, jaké makroživiny budou dominantně využívány a prostřednictvím jakých energetických systémů, aerobních či anaerobních, rozhoduje zejména intenzita a délka trvání zátěže. (Vilikus, 2015; Zahradník & Korvas, 2012)

V případě krátkodobé vytrvalosti slouží k získání energie anaerobní glykolýza a oxidativní fosforylace. Anaerobní glykolýza využívá sacharidové zdroje – konkrétně glukózu a zásobní polysacharid glykogen. Konečným produktem anaerobní glykolýzy je kyselina pyrohroznová neboli pyruvát. Ten je následně redukován na laktát, který se může resyntetizovat zpět na glykogen. Pokud je přísun kyslíku dostatečný, pyruvát se nekonvertuje na laktát, nýbrž se přesouvá do mitochondrií. Tam v podobě oxalacetátu vstupuje do Krebsova cyklu, na který navazuje dýchací řetězec. Prostřednictvím těchto dvou procesů získává organismus z 1 mmol glukózy 38 mmol ATP. Oxidativní fosforylace přibližně po dvou minutách zátěže zajišťuje energetické krytí z více jak 50 % a s delší dobou trvání se její význam dále zvyšuje. Ale i u střednědobé vytrvalostní zátěže se stále uplatňuje v určité míře i anaerobní glykolýza – zejména při nutných zrychleních v průběhu výkonu či při překročení anaerobního prahu. (Pastucha, 2014; Vilikus, 2015; Zahradník & Korvas, 2012)

Až v rámci dlouhodobé vytrvalostní zátěže, zhruba po 20–30 minutách, se současně s oxidativní fosforylací začíná výrazněji uplatňovat lipolýza. Při ní dochází ke štěpení tuků, respektive triglyceridů na glycerol a mastné kyseliny. Tyto mastné kyseliny jsou následně transportovány do mitochondrií a zapojují se do procesu beta-oxidace mastných kyselin. Z jednoho takového cyklu organismus získává 17 mmol ATP. Při běžné aerobní aktivitě nižší a střední intenzity získává organismus energii oxidací tuků přibližně z 50 %, při vyšších intenzitách a delší době trvání se může hodnota dostat až k 80 %. (Dunford & Doyle, 2008; Eberle, 2014; Roubík et al., 2018)

Přibližně po 1,5 hodině vytrvalostní zátěže nebo v momentě vyčerpání glykogenových zásob začínají být k získání energie využívány také bílkoviny, konkrétně jejich stavební složky – aminokyseliny. Z nich organismus získává glukózu prostřednictvím procesu glukoneogeneze. Tento proces je energeticky výrazně nevýhodný, jelikož k tvorbě jedné molekuly glukózy je třeba 12 molekul ATP. Proto se v rámci energetického krytí jedná spíše o krajní řešení. Nastává především u velmi dlouhých vytrvalostních výkonů, při neadekvátní dietě s nízkým energetickým příjmem či hladovění. Tímto způsobem může dodávka energie být kryta, dle jednotlivých autorů, z 5 až 15 %. (Dunford & Doyle, 2008; Eberle, 2014; Kenney, Wilmore, & Costill, 2012; Vilikus, 2015)

## 2.2 Sacharidy a jejich vztah k vytrvalostnímu výkonu

Sacharidy jsou organické látky, které patří mezi tři základní makronutrienty a obecně jsou ve výživě člověka zastoupeny jako hlavní zdroj energie. Na základě počtu sacharidových jednotek se rozlišují monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy. (Zlatohlávek, 2019)

### 2.2.1 Role sacharidů ve vytrvalostním sportu

Přestože nízkosacharidové a ketogenní diety nabývají na popularitě, pro optimalizaci vytrvalostního výkonu se ukazuje jako vhodná strava bohatá na sacharidy. (Bailey & Hennesy, 2020) Nejedná se pouze o konzumaci sacharidů v kontextu denního objemu stravy, ale také o vhodné načasování ve vztahu ke sportovnímu výkonu. Právě promyšlená konzumace sacharidů v průběhu zátěže a také před jejím zahájením, patří k důležitým faktorům pro podání optimálního výkonu. (Burke, Hawley, Wong, & Jeukendrup, 2011) Význam sacharidů ve výživě vytrvalostních sportovců je enormní. Mnoho nutričních strategií vedoucích ke zlepšení vytrvalostního výkonu využívá právě sacharidy v nejrůznějších formách a jejich role je prakticky nenahraditelná. Z pohledu sportovního výkonu jsou tak sacharidy mnohými odborníky považovány za jednu z nejvíce ergogenních složek výživy. (Šindelář & Roubík, 2020; Vitale & Getzin, 2019)

### 2.2.2 Trávení sacharidů

Sacharidy jsou jako jediné z makronutrientů trávené částečně již v dutině ústní pomocí enzymu slinné  $\alpha$ -amylázy, která hydrolyzuje polysacharidy na soubor kratších řetězců. Dále jsou sacharidy tráveny až v tenkém střevě především díky pankreatické  $\alpha$ -amyláze, která sacharidy štěpí ještě na jednodušší řetězce. Proces trávení sacharidů je dokončován na kartáčovém lemu buněk mikrokloků sliznice střeva, kam se sacharidy dostávají v trávenině především v podobě rozdílně dlouhých oligosacharidů a polysacharidů. Ty se postupně štěpí až na monosacharidy, které jsou dominantně v podobě glukózy vstřebávány skrze střevní stěnu. Glukóza a galaktóza jsou vstřebávány aktivně s ionty sodíku zejména pomocí ko-transportéru SGLT1 nebo pasivně po koncentračním spádu a nezávisle na sodíkových iontech, kdy je transport glukózy, ale i dalších monosacharidů zajišťován přenašečem GLUT2. Přenašeč GLUT5 je pak specifický pro transport fruktózy. Glukóza a ostatní monosacharidy se dostávají přes enterocyty do krevního oběhu prostřednictvím vrátnicové žíly do jater a z nich do krve, kde se stávají zdrojem krevní glukózy. Ta je výhradním zdrojem energie např. pro mozek nebo červené krvinky. Zejména v případě monosacharidů je celý proces vstřebávání sacharidů velmi rychlý. Lidský organismus dokáže sacharidy přijaté v průběhu výkonu oxidovat přibližnou rychlostí 1–1,1 g za minutu. (Jeukendrup, 2017; Roubík et al., 2018; Šindelář & Roubík, 2020)

### 2.2.3 Sacharidové nápoje

Téměř nezbytným doplňkem výživy ve vytrvalostním sportu jsou sportovní nápoje obsahující sacharidy. Ty u delších a intenzivnějších výkonů slouží jako zdroj energie a zároveň často obsahují některé elektrolyty, jako např. sodík, draslík, hořčík či chlor, které se pocením ztrácí. Dle obsahu rozpuštěných látek se dělí sportovní nápoje na hypotonické, isotonické a hypertonické. Hypotonické nápoje zpravidla obsahují méně než 4 g sacharidů na 100 ml a jejich osmolalita činí cca 200–250 mOsm/kg. Je tedy nižší než osmolalita krevní plazmy, která činí přibližně 300 mOsm/kg. U isotonických nápojů se obsah sacharidů pohybuje okolo 4–8 g sacharidů na 100 ml a osmolalita okolo 300 mOsm/kg, tedy obdobných hodnot jako u krevní plazmy. U hypertonických nápojů se hodnoty pohybují okolo 8 g sacharidů na 100 ml a osmolalita je vyšší než 340 mOsm/kg. (Bean, 2017; Pastucha, 2014; Roubík et al., 2018) V průběhu vytrvalostního výkonu je často doporučována konzumace isotonických nápojů, tedy nápojů o koncentraci, jakou lze najít i u mnoha komerčních sportovních nápojů. Při této koncentraci stále dochází k dostatečnému vstřebávání vody ze střev a zároveň dobře slouží k doplnění energie a minerálních látek. (Pastucha, 2014; Vitale & Getzin, 2019) V případě hypertonických nápojů se, díky jejich vysoké koncentraci oproti vnitřnímu prostředí, voda hůře vstřebává a z hlediska hydratace organismu není jejich konzumace v průběhu výkonu vhodná. Dalším negativem hypertonických nápojů je, že jejich horší vstřebatelnost zvyšuje v průběhu výkonu riziko gastrointestinálních obtíží, jako jsou nutkání na stolici či průjemy. Jejich zařazení je vhodnější spíše po intenzivní zátěži pro doplnění energie a elektrolytů. Hypotonické nápoje jsou díky své nižší osmolalitě využívány v případech, kdy je zapotřebí doplnit zejména vodu. Mohou také být vhodným nástrojem hydratace, jak v průběhu kratších a méně intenzivních vytrvalostních výkonů, tak pro účely hydratace před samotným výkonem. (De Oliveira & Burini, 2014; Garry, 2009; Roubík et al., 2018; Simulescu, Ilia, Macarie, & Merghes, 2019)

Jedny z nejčastěji používaných sacharidů ve sportovních nápojích jsou glukóza, maltodextrin, fruktóza či sacharóza (Simulescu et al., 2019).

Glukóza je monosacharid, často také označovaný jako dextróza či hroznový cukr, také známý pod obchodním názvem Glukopur. Glukóza je bílá krystalická látka, je nositelem sladké chuti a její glykemický index má hodnotu sto. Její absorpce je tak velmi rychlá, stimuluje sekreci inzulínu a téměř okamžitě zvyšuje glykémii. Glukóza je základní jednotkou oligosacharidů a polysacharidů. Pro potřeby výroby sportovních výživových doplňků výživy se připravuje kyselou a enzymatickou hydrolýzou či pomocí krystalizace. Glukóza hraje důležitou roli ve výživě mozku a červených krvinek. Z hlediska sportovního výkonu pak může v průběhu sportovního zatížení přispívat k doplnění jaterního a svalového glykogenu. (Šindelář & Roubík, 2020)

Maltodextrin je oligosacharid nebo polysacharid, dle toho z kolika molekul se skládá, a patří k jedním z nejužívanějších sacharidů na poli sportovní výživy. Maltodextrin se syntetizuje enzymatickým procesem z plodin obsahujících škrob, jako jsou např. pšenice, kukuřice či rýže. Konečný produkt je bílý prášek s neutrální či nasládlou chutí, který má poměrně vysoký glykemický index. Přestože maltodextrin je komplexní sacharid, rychlost jeho vstřebávání je obdobná jako u glukózy. Jeho výhodou je poměrně nízká osmolalita, díky které je jeho konzumace z pohledu gastrointestinálních obtíží méně riziková. Lze tak užít jeho větší množství, aniž by působil v organismu hypertonicky. (Roubík et al., 2018; Šindelář & Roubík, 2020)

Fruktóza je monosacharid vyskytující se zejména v ovoci, zelenině či medu a bývá často obsaženou složkou ve sportovní výživě. Ingesce samostatné fruktózy však má, nejen ve vztahu k vytrvalostnímu výkonu, řadu úskalí. Fruktóza je metabolizována zejména v játrech, kde se konvertuje na jaterní glykogen. Toho se v organismu ukládá výrazně menší množství než glykogenu svalového a je tedy možné, že fruktóza jednoduše nedokáže být pro pracující svalové skupiny dostatečným pohotovým zdrojem. Dále fruktóza nezpůsobuje takovou stimulaci vyplavení inzulínu jako glukóza, čímž se snižuje efekt anabolických a antikatabolických procesů. Ingesce samotné fruktózy také zvyšuje riziko vzniku gastrointestinálních obtíží, jako mohou být kupříkladu nadýmání, křečovitě stavy či průjmy. Fruktóza se, i díky výše zmíněnému, neukazuje jako ideální ani v kontextu zvýšení vytrvalostního výkonu. Přesto však má své využití. Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.2.2, fruktóza je vstřebávána pomocí jiných přenašečů než ostatní monosacharidy. Díky tomu se kombinace fruktózy a jiného sacharidu, např. glukózy, ukazuje jako vhodná nutriční strategie k docílení ergogenního efektu, jelikož se díky této kombinaci zvyšuje množství oxidovaných sacharidů v průběhu výkonu. Kombinace jednotlivých sacharidů se ukazuje jako vhodná i v ostatních případech – např. kombinace glukózy a maltodextrinu. (Baur & Sanders, 2020; Berning & Steen, 2006; Šindelář & Roubík, 2020)

#### 2.2.4 Příjem sacharidů během vytrvalostního výkonu

Příjem sacharidů během vytrvalostního výkonu se ukazuje jako vhodný u sportovních aktivit trvajících déle než šedesát minut. Po této době lze konzumaci sacharidů efektivně předcházet vyčerpání glykogenových zásob, významnému snížení glykémie a zároveň tak lze zvýšit míru oxidace sacharidů exogenního charakteru. (Eberle, 2014; Jeukendrup, 2017; Vitale & Getzin, 2019)

Sacharidy exogenního charakteru jsou v průběhu vytrvalostního výkonu v organismu oxidovány v závislosti na jejich typu přibližnou rychlostí 60 g/h a v případě ultravytrvalostního výkonu až 90 g/h. Např. American College of Sport Medicine uvádí, u vytrvalostních výkonů nad jednu hodinu trvání, doporučenou hodnotu 0,7 g sacharidů na kilogram tělesné hmotnosti. Konkrétní doporučené dávky se odvíjí od délky trvání sportovního výkonu. U výkonů od 60 do 120 minut se doporučuje dávkovat

sacharidy v množství okolo 30 g/h, od 120 do 180 minut pak 60 g/h. U velmi dlouhých výkonů přibližně nad 150 minut se doporučuje dávka až 90 g/h. V tomto případě se však musí jednat o kombinaci sacharidů – např. glukóza či maltodextrin v kombinaci s fruktózou, aby náš organismus mohl přijmout větší celkové množství sacharidů a zároveň tak nedocházelo k hromadění sacharidů ve střevě. (Eberle, 2014; Jeukendrup, 2014)

Díky pokroku v oboru technologie potravin a sportovní výživy obecně, je dnes hned celá řada možností, jak lze sacharidy během výkonu doplnit. Nejběžnějšími produkty jsou energetické nápoje, gely či tyčinky. Z hlediska ergogenního efektu se mezi jednotlivými formami neukazují významné rozdíly, ovšem z hlediska gastrointestinálního komfortu se potvrzuje jako nejspolehlivější varianta správně zvolený sportovní nápoj. (Jeukendrup, 2014; Pfeiffer, Coterill, Grathwohl, Stellingwerff, & Jeukendrup, 2009) Konkrétně 6–8% sacharidový roztok, což je koncentrace blízká osmolalitě tělesných tekutin. Jedná se tedy o isotonické energetické nápoje, které jsou vhodným kompromisem mezi optimální hydratací a dostatečným přísunem energie. (Bean, 2017; Vitale 2019)

### 2.3 Pitný režim a jeho vztah k vytrvalostnímu výkonu

K podání optimálního vytrvalostního výkonu je mimo jiné důležité dodržování správného pitného režimu, jelikož dehydratace organismu a její následky mohou zapříčinit výkonnostní pokles. (Goulet, 2012)

#### 2.3.1 Pitný režim během výkonu

Během vytrvalostního výkonu sportovci ztrácejí tělesnou vodu a zvyšuje se tak riziko dehydratace, která může způsobovat bolesti hlavy, zvýšené vnímání bolesti a může negativně ovlivňovat náladu či pozornost. V určitých případech je tak žádoucí tekutiny doplňovat již v samotném průběhu sportovního výkonu. Výše zmíněné negativní projevy mohou ovlivňovat kvalitu sportovního výkonu již při ztrátách 2 % tělesné hmotnosti. Tyto ztráty jsou způsobeny oxidacemi energetických zásob a ztrátami vody vázané na glykogen, která se uvolňuje během glykogenolýzy. (Goulet & Hoffman, 2019; James, Ritchie, Rollo, & James, 2017)

Přístupy k hydrataci během výkonu jsou v zásadě dva hlavní – plánovaný příjem tekutin a příjem tekutin dle pocitu žízně (Goulet & Hoffman, 2019). Plánovaný příjem tekutin představuje typicky strategii, kdy je předem určený objem tekutin tak, aby nedošlo k dehydrataci organismu. Nejčastěji je snaha zabránit větším ztrátám tělesné hmotnosti než 2 %. K tomu je potřeba znát odhadovanou míru pocení, která se stanovuje na základě rozdílů hmotnosti jedince před a po zátěži. Při pití dle pocitu žízně je hlavním stimulem pro příjem tekutin pouze subjektivní pocit žízně. Obě strategie mají svá pozitiva a negativa a jejich vliv na sportovní výkon v trvání od jedné do dvou hodin je srovnatelný. U déle trvajících vytrvalostních výkonů, a při vysokých intenzitách, navíc např. v horku, se ukazuje jako



vhodné, příjem tekutin již systematicky plánovat. (Goulet & Hoffman, 2019; Kenefick, 2018)

### 2.3.2 Doporučené množství příjmu tekutin během výkonu

Příjem tekutin v průběhu výkonu se doporučuje u vytrvalostních výkonů trvajících déle než šedesát minut. Vhodný objem doplňovaných tekutin se obvykle pohybuje v poměrně širokém rozmezí od 400 do 800 ml/hod. Přičemž velmi záleží na intenzitě či okolních podmínkách, jako je teplota či vlhkost vzduchu. U kratších výkonů se jako vhodnější strategie ukazuje opakované vyplachování dutiny ústní sacharidovým roztokem – tedy „carbohydrate mouth rinse“. (Goulet, 2012; Noakes, 2003)

## 2.4 Zažívací obtíže vytrvalostních sportovců

S gastrointestinálním diskomfortem se v průběhu vytrvalostního výkonu setkává mnoho jedinců. V některých studiích je dokonce uváděno, že s komplikacemi tohoto druhu má zkušenosti 50 až 80 % vytrvalostních sportovců. (Wright, Collins, & Schweltnus, 2009)

### 2.4.1 Faktory přispívající ke vzniku zažívacích obtíží

Jak již bylo zmíněno výše, vytrvalostní sportovci přijímají sacharidy během výkonu v nejrůznějších formách. Špatné nutriční postupy, jako např. špatně zvolené načasování, množství nebo druh potravin či nápoje, mohou být jedním z hlavních faktorů, které během zatížení způsobují gastrointestinální obtíže, jako jsou zvracení, nevolnost či reflux. K tomu výrazně přispívá fakt, že během vytrvalostního výkonu dochází k redistribuci krve, která se dostává z gastrointestinálního traktu k pracujícím svalovým skupinám. Při výkonech o vysokých intenzitách může dojít k poklesu krevního oběhu v rámci zažívacího traktu až o 80 %. (Ho, 2009) Ke gastrointestinálnímu diskomfortu mohou také přispívat mechanické faktory, a to hlavně v případě běžeckých disciplín, kdy otřesy způsobené běžeckou lokomocí působí stres na břišní orgány (Painelli, Nicastro, & Lancha, 2010). Další aspekty mohou být farmakologické. Konkrétně užívání nesteroidních protizánětlivých léčiv, může významně přispět ke vzniku zažívacích obtíží během výkonu. Další faktory, které mohou ovlivňovat zažívací systém a výkon vytrvalostních sportovců, jsou faktory psychologické. Zejména nevolnost se ukazuje jako úzce spjatá s působením stresu a stavy úzkosti. Úzkostné stavy mohou zvyšovat tepovou frekvenci, potivost, třes či svalové napětí. Zejména stavy úzkosti v případě ranních závodních startů souvisí s gastrointestinálními komplikacemi poměrně úzce. (Wilson, Russell, & Pugh, 2020)

### 2.4.2 Nutriční trénink

V rámci vytrvalostního tréninku, a v případě ultravytrvalostních disciplín především, je více než vhodná aplikace tzv. nutričního tréninku. Tedy testování nutričních strategií během tréninku při intenzitách blízkých soutěžnímu zatížení. Lze tak předcházet riziku vzniku gastrointestinálních obtíží při závodním zatížení a v určité míře lze zvýšit absorpční kapacitu střeva. (Jeukendrup, 2014) Příprava trávicího traktu by měla být jednou ze součástí

vytrvalostního tréninku. Bez příjmu živin se v průběhu dlouhodobějšího vytrvalostního výkonu zkrátka nelze obejít a je tak potřeba naučit zaživací trakt optimálně trávit přijímané živiny i v průběhu zátěže. U jedinců, které často trápí zaživací obtíže, nabírá nutriční trénink ještě na vyšší důležitosti. (Eberle, 2014)

## 2.5 „Carbohydrate mouth rinse“ (CMR)

„Carbohydrate mouth rinse“ tedy vypláchnutí úst sacharidovým roztokem je jednou z novějších nutričních strategií, která se ukazuje být efektivním nástrojem pro zlepšení vytrvalostního výkonu (Pomportes & Brisswalter, 2020).

### 2.5.1 Principy fungování CMR

Carter, Jeukendrup a Jones (2004) byli vůbec první, kdo se vlivem CMR na vytrvalostní výkon zabývali. Ještě před publikováním této studie vyšlo několik vědeckých prací, které potvrzovaly ergogenní efekt konzumace sacharidů před a v průběhu vytrvalostního zatížení o vyšší intenzitě ( $>75\%$   $VO_{2max}$ ) a kratší době trvání ( $<1$  h). (Carter et al., 2004; Chryssanthopoulos et al., 2017) Bylo odhadováno, že v první hodině výkonu je oxidováno pouze 5–15 g sacharidů exogenního charakteru, což je poměrně malé množství na to, aby došlo k významnému zlepšení výkonu. To naznačovalo, že zmíněný ergogenní efekt není způsobený metabolickou cestou, avšak spíše cestou centrální nervové soustavy. (Carter et al., 2004; Fraga et al., 2017) Tím se podrobně zabývali Chambers, Bridge a Jones (2009), kteří během hodinového zátěžového testu na bicyklovém ergometru zkoumali aktivaci jednotlivých mozkových center pomocí magnetické rezonance po vypláchnutí úst sacharidovým roztokem. Ve své studii zjistili, že při užití roztoku obsahující glukózu a maltodextrin došlo k aktivaci jednotlivých mozkových center. Největší aktivita se projevila v dorzolaterální části perfrontálního kortexu a ve striatu, tedy v částech, které mohou ovlivňovat motivaci, řízení pohybu, emoční odpovědi či systém odměn. (Pomportes & Brisswalter, 2020) Zajímavé je nejen to, že u placebo, pro jehož potřeby se využilo sladidlo, se ergogenní efekt nedostavil, ale také samotné výsledky dalších studií, kde byl použit roztok s nesladkým maltodextrinem. V jeho případě se ergogenní efekt naopak prokázal. K aktivaci mozkových center tak evidentně nedochází pouze na základě vjemu sladké chuti. (Painelli et al., 2010) Námi známé receptory spřažené s G-proteinem pro sladkou chuť T1R2 a T2R3 nedokáží rozeznat, zda se jedná o sacharid či sladidlo bez kalorického obsahu. Tento fakt naznačuje, že v dutině ústní nejspíše existují, nám doposud neznámé, receptory, které reagují na energetickou denzitu sacharidů nezávisle na jejich sladké chuti. (Pomportes & Brisswalter, 2020)

### 2.5.2 Protokoly CMR

Pro účely CMR jsou ve vědeckých studiích využívány nejrůznější strategie a přístupy a protokoly jednotlivých prací se často liší.

K přípravě sacharidového roztoku se využívá zejména glukóza či maltodextrin převážně v koncentracích 6 a 6,4 % o bolusu 25 ml, což odpovídá asi dvěma polévkovým lžícím. Hranice koncentrace od 6 do 8 % se pro potřeby CMR ukazuje jako ideální. (Brietzke, Franco-Alvarenga, Coelho-Junior, Silveira, Asano, & Pires, 2018; Pomportes & Brisswalter, 2020; Silva, De Souza, Amorim, Stathis, Lima-Silva, & Leandro, 2014). Ve studiích, kde byl použit roztok o koncentraci vyšší, se většinou již nejednalo o další významné zlepšení výkonu (James et al., 2017; Wright & Davison, 2013). Výplach dutiny ústní byl převážně volen v trvání pěti nebo deseti sekund. Např. v práci od Sinclaira et al. (2014) se projevil ergogenní efekt pouze u desetisekundového intervalu oproti pětisekundovému, ale dle výsledků ostatních studií nelze považovat desetisekundový výplach za efektivnější. Zda-li by se dostavilo ještě výraznější zlepšení při delším než desetisekundovém výplachu není zcela jasné. Avšak čistě z praktického hlediska je to téměř neaplikovatelné, jelikož taková doba trvání při intenzivní zátěži výrazně narušuje dechový cyklus. CMR bývá opakován během výkonu průměrně každou osminu času jeho trvání, přibližně se jedná o intervaly 7–8 minut. V některých studiích bývá také zahájen již před samotným výkonem. (James et al., 2017; Painelli et al., 2010; Pomportes & Brisswalter, 2020) Tekutiny jsou zpravidla podávány v plastových kelímcích či injekčních stříkačkách. V některých studiích byl následně také měřen obsah vyplivnutých tekutin a porovnával se obsah s aplikovaným bolusem, aby se zjistilo, zda nedošlo k částečné inesci roztoku. (Rollo, Williams, Gant, & Nute, 2008; Wright & Davison, 2013)

Nejčastěji se při testování efektu CMR užívá jako kontrolní látka placebo. Užívány jsou např. sacharin, aspartam a další sladidla. V některých případech se pak porovnává s výplachem úst obyčejnou vodou. Avšak je minimum studií, kde by se např. porovnávaly výkony s CMR a bez jeho aplikace, či vypláchnutí obyčejnou vodou s roztokem se sladidly, nebo obyčejnou vodou a úplně bez výplachu. (Bataineh, Al-Nawaiseh, Abu Altaieb, Bellar, Hindawi, & Judge, 2018; Silva et al., 2014) Také byly provedeny studie, které porovnávaly CMR s konzumací sacharidů během výkonu. Pottier, Bouckaert, Gilis, Roels a Derave (2010) ve své práci potvrdili ergogenní efekt pouze u CMR a u samotné inesci sacharidů nikoli. Naproti tomu Brietzke et al. (2018) ve své metaanalýze, zabývající se čistě vztahem CMR a cyklistickým výkonem, tvrdí, že konzumace sacharidů v průběhu výkonu má v porovnání s výplachem úst sacharidovým roztokem srovnatelný ergogenní efekt.

### 2.5.3 Vliv CMR na vytrvalostní výkon

V posledních letech výsledky celé řady studií prokázaly, že CMR je jednou z nutričních strategií, která může přispívat ke zlepšení vytrvalostního výkonu (Pomportes & Brisswalter, 2020). Jedná se zejména o výkony o střední až vysoké intenzitě trvající, dle jednotlivých zdrojů, od třiceti do devadesáti minut. Nejčastěji se však uvádí horní hranice šedesát minut. Nad touto hranicí CMR ztrácí celkem logicky na účinnosti. V případě dlouhodobějších zátěží je totiž pro podporu výkonu, jak již bylo zmíněno v textu výše, třeba

samotná ingesce sacharidů. Testování v rámci provedených studií probíhalo téměř v naprosté většině v laboratorních podmínkách na běžecím páse či bicyklovém ergometru. (Jeukendrup, 2014; Pomportes & Brisswalter, 2020; Silva et al., 2014) Ergogenní efekt CMR se prokázal např. větší zdolanou vzdáleností, oddálením stavu vyčerpání, zkrácením času k úspěšnému dokončení konkrétního testu či snížením intenzity vnímaného úsilí. Přestože se neukazuje, že by CMR ovlivňoval hodnoty tepové frekvence, jedná se v průměru o výkonové zlepšení o 2–3 % v mírných podmínkách ve smyslu teploty a vlhkosti vzduchu. (Pomportes & Brisswalter, 2020; Rollo et al., 2008; Silva, et al., 2014)

Ergogenní efekt CMR ve srovnání s ingescí sacharidů během vytrvalostního výkonu je často považován za srovnatelný. Zásadním rozdílem je, že CMR vylučuje rizika vzniku gastrointestinálního diskomfortu. Pro některé jedince pak může být výhodou fakt, že touto metodou nedochází k příjmu kalorií – např. při shazování hmotnosti do váhových kategorií. (Šindelář & Roubík, 2020)

#### 2.5.4 Podmínky ovlivňující efekt CMR

Jak bylo zmíněno výše, významného ergogenního účinku CMR bývá dosaženo zejména v mírných podmínkách. V případě studií, které testovaly efektivitu CMR v horkém a vlhkém prostředí se stejný efekt neprokázal. Je tak možné, že informace zejména z vnitřních termoreceptorů v hlubokých tkáních, mohou zabraňovat dostatečné aktivaci mozkových center spojených s pohybovým výkonem a systémem odměn. (Pomportes & Brisswalter, 2020) Např. Cramer, Thompson a Periard (2015) ve své studii prováděli vytrvalostní testy na bicyklovém ergometru o vzdálenosti 40 km, s výběrem vlastního tempa v teplotě 35 °C a relativní vlhkosti 60 % a aplikace CMR ke zlepšení výkonu nevedla.

Další důležitou proměnou pro působení CMR je nutriční status testovaných jedinců. Ukazuje se, že nejvýznamnějšího zlepšení výkonu bývá dosaženo v případech, kdy CMR byl aplikován po několikahodinovém či nočním lačnění. V případě, kdy jedinec má pocit hladu či nedostatečného nasycení, totiž dochází při CMR k výraznější aktivitě mozkových center. K tomu může přispívat jak zvýšená citlivost receptorů pro sladkou chuť, tak snížené hladiny svalového glykogenu. (Brietzke et al., 2018; Jensen, Klimstra, Sporer, & Stellingwerff, 2018; Pomportes & Brisswalter, 2020) Podobně se potvrdila zvýšená efektivita CMR v případě, kdy byli testováni sportovci v dehydratovaném stavu – konkrétně při ztrátě 2 % tělesné hmotnosti. Ukazuje se, že právě i v případě dehydratace organismu dochází ke zvýšení citlivosti receptorů uvnitř dutiny ústní a tím pádem i k výraznější aktivaci mozkových center, která ovlivňují volní úsilí a motivaci. (Kamaruddin, Ooi, Mündel, Aziz, & Muhamed, 2019) Vypláchnutí úst sacharidovým roztokem se tedy jeví jako jednoduchá strategie, která může pomoci překonat tréninkovou zátěž řadě sportovců, kteří se např. striktně postí z důvodu náboženských svátků jako je kupříkladu Ramadan (Muhamed, Mohamed, Ismail, Aziz, & Singh 2014).

### 2.5.5 Vliv CMR na vysoce intenzivní přerušovanou zátěž

Vědečtí odborníci se také zabývali možným přínosem CMR v souvislosti vysoce intenzivní intermitentní neboli přerušovanou zátěží, charakteristickou pro individuální i týmové sporty, jako jsou např. házená, basketbal, squash či badminton. Jedná se tedy o zátěž složenou z mnohonásobně opakovaných sprinterských úseků, která je následována krátkými úseky odpočinku. Ve studiích, které testovaly efekt CMR na intermitentní vysoce intenzivní zátěž, byly užity různé zátěžové testy v laboratorních podmínkách s rozdílnými intervaly zátěže a odpočinku, které imitovaly konkrétní sportovní disciplíny. Jedním z nich byl např. Loughborough Intermittent Shuttle Test (LIST), který je sestaven z úseků chůze, pomalého běhu až po maximální sprint a úseků odpočinku tak, že fyziologické i metabolické odpovědi jsou vhodnou imitací pro potřeby fotbalového zápasu. Výsledky vědeckého bádání nejsou v tomto směru zcela jednoznačné, avšak naznačují, že CMR může podporovat výkony i takového charakteru. Zejména pak v závěrečných chvílích zátěže za největšího vydávaného úsilí. (Nicholas, Nuttall, & Williams, 2000; Pomportes & Brisswalter, 2020)

### 2.5.6 Vliv CMR na silový výkon

Výzkumy se také věnovaly CMR ve vztahu k silovému výkonu. Bastos-Silva, Prestes a Geraldes (2019) ve své publikaci popisují zlepšení výkonu na „bench pressu“, kdy CMR byl aplikován před samotným výkonem. K podobnému výsledku došli i Jensen, Stellingwerff a Klimstra (2015), kteří testovali sílu dolních končetin pomocí maximálního a submaximálního silového testu izometrické extenze v kolenním kloubu. Nutno však podotknout, že v jejich případě se nejednalo o statisticky významné zlepšení. Naproti tomu Dunkin a Phillips (2017), kteří pozorovali vliv CMR na jedno opakovací maximum „bench pressu“, ve své studii zlepšení silového výkonu nezaznamenali. Stejně tak se neprokázaly statisticky významné změny v práci od Painelliho et al. (2011), ve které autoři mimo jednoho opakovacího maxima „bench pressu“ testovali také silovou vytrvalost metodou opakovaných úsilí. CMR byl aplikován vždy před samotným silovým výkonem, stejně jako v ostatních studiích zmíněných v této kapitole.

### 2.5.7 Vliv CMR na kognitivní funkce

Některé vědecké práce prokázaly možný pozitivní vliv CMR na kognitivní funkce, jako např. vyšší míru potěšení z pohybové aktivity, zmírnění mentální únavy či zvýšení sebekontroly – zejména ve stavu vyčerpání. Také se potvrdilo, že CMR může snižovat hodnotu subjektivního hodnocení intenzity zátěže (rating of perceived exertion – RPE, dále jen „RPE“), což je fyziologický ukazatel vnímaného úsilí. V těchto pracích došlo k tomu, že testovaní jedinci uváděli nižší hodnotu RPE při stejném zatížení, jako v případě kontrolního testu či stejnou hodnotu RPE, ale za současně zlepšeného výkonu. Pozitivní vliv CMR na kvalitu kognitivních funkcí může přispívat ke zlepšení takových sportovních výkonů, u kterých je důležitá kvalitní práce s určováním tempa, kontrolou emocí a výběrem řešení. (Brietzke et al., 2020; Pomportes & Brisswalter, 2020; Rollo et al., 2008)

### 2.5.8 Efekt užití jiných než sacharidových roztoků metodou „mouth rinse“

Předmětem zkoumání některých dalších studií byl výplach úst prováděný nejen sacharidovým roztokem, ale také roztoky s obsahem kofeinu, mentholu, kapsaicinu a dalších látek.

Recentní metaanalýza zabývající se užíváním kofeinu metodou „mouth rinse“ od Ehlerta, Twiddyho a Wilsona (2020) poukazuje na to, že u většiny těchto studií ergogenní efekt nebyl prokázán. Co se naopak potvrdilo, že výplach dutiny ústní roztokem obsahující kofein může pozitivně působit na kognitivní funkce sportovců, redukovat mentální únavu či snižovat reakční čas. To jsou parametry, které mohou mít významný vliv na výkon jedince, obzvláště v případě sportovních střelců, fotbalových brankářů či golfistů. Výsledky výše zmíněné metaanalýzy svým způsobem mohou vyvracet tvrzení, že jedním z faktorů ergogenního účinku kofeinu je jeho hořká chuť. Užitím roztoků hořké chuti se zabývali také Gam, Tan, Guelfi & Fournier (2014), kteří ve své předešlé studii přišli na to, že „mouth rinse“ v kombinaci s ingescí roztoku obsahující hořký chinin má, v případě cyklistických sprinterských výkonů, ergogenní potenciál. Jako problematické se ukázalo, že právě ingesce chininu zároveň způsobovala pocity nevolnosti. Zaměřili se tak pouze na účinek samotného vypláchnutí úst a v tom případě se zlepšení výkonu již neprokázalo.

Khong, Slevanayagam a Yusof (2020) v recentní předběžné studii pozorovali vliv vypláchnutí úst šestiprocentním roztokem chloridu sodného na míru nervosvalové únavy po absolvování zátěžového testu na bicyklovém ergometru. V tomto ohledu se jeho účinek ukázal jako srovnatelný s roztokem obsahující 6 % glukózy.

Stevens, Thoseby, Sculley, Callister, Taylor a Dascombe (2015) ve své studii testovali metody, které by zmírňovaly negativní působení horka na vytrvalostní výkon. Při zátěži na běžeckém páse ve 33 °C byl probandům pro tyto účely podáván mentholový roztok metodou pětisekundového vypláchnutí dutiny ústní. U probandů došlo nejen k pozitivním změnám ve smyslu vnímání vysoké teploty, ale zároveň ke zlepšenému výkonu. Podobně pojednávají ve svých závěrech recentní publikace také Barwood et al. (2020), kteří o mentholovém „mouth rinse“ hovoří jako o možné nutriční strategii pro sportovce účastníci se olympijských her v Tokiu, kde právě teplé a vlhké okolní podmínky budou panovat.

Gibson, Wrightson a Hayes (2019) testovali vliv vypláchnutí úst roztokem obsahujícím kapsaicin na výkon v podobě opakovaných sprintů na bicyklovém ergometru ve vysokých teplotách. Kapsaicin je látka, která je v potravinách, jako jsou např. chilli papričky, zodpovědná za pálivou chuť. K významným změnám v rámci sportovního výkonu nedošlo. Zajímavostí bylo, že stejně tak nedošlo k žádným změnám v subjektivním vnímání okolní teploty. (Best, McDonald, Hurst, & Pickering, 2020)

Spíše se tedy ukazuje, že ergogenní účinek jednotlivých látek není závislý čistě na jejich vnímané chuti, ale zejména na míře stimulace konkrétních receptorů v dutině ústní.

Ty vysílají signály do mozkových center a mohou ovlivňovat využívání energetických zdrojů. Pro zvýšení efektivity výše zmíněných roztoku se jeví jako důležitá individualizace aplikace z hlediska načasování či velikosti dávky. (Best et al., 2020)

#### 2.5.9 Výživová doporučení odborné veřejnosti a CMR

Testování účinnosti CMR se od vydání publikace, na které pracoval Carter et al. (2004), věnovala celá řada vědeckých pracovníků. Jejich činnost přispěla k tomu, že se CMR stal doporučovanou nutriční strategií, jak prostřednictvím prestižních sportovních a výživových institucí, tak jednotlivých významných vědeckých pracovníků. Jedním z nich je i nizozemský, světově uznávaný odborník na sportovní výživu a triatlet Asker Jeukendrup, který byl také součástí týmu pracovníků podílejících se na výše zmíněné studii z roku 2004. Jednou z jeho hlavních oblastí vědeckého bádání je výživa ve vytrvalostních sportech. V roce 2011 vydal aktualizovaný „guideline“, v rámci vědecké práce *A Step Towards Personalized Sports Nutrition: Carbohydrate Intake During Exercise*, pro užívání sacharidů v průběhu sportovního výkonu. CMR je v této práci doporučován u vytrvalostních výkonů trvajících 30–75 minut. (Carter et al., 2004; Jeukendrup, 2014; „ResearchGate GmbH,“ n.d.)

„Carbohydrate mouth rinse“, jako nutriční strategie podporující vytrvalostní výkony, se objevuje také v dokumentu z roku 2016 *Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine*, který je společným stanoviskem severoamerických institucí American College of Sports Medicine, Academy of Nutrition and Dietetics a Dietitians of Canada. Toto stanovisko obsahuje souhrnná doporučení týkající se vlivu nutričních strategií na sportovní výkon a optimální regeneraci. CMR je zde uváděn jako vhodný výživový postup pro zlepšení kontinuálních výkonů vysoké intenzity o trvání 45–75 minut. (Thomas, 2016)

Podobně se CMR objevuje i v recentní vědecké práci od autorů Kim a Kim (2020), kteří vytvořili přehled těch nejdůležitějších výživových doporučení pro optimalizaci sportovního výkonu a regenerace veslařů. CMR je zde doporučován jako možná nutriční strategie pro zlepšení vytrvalostního výkonu o vysoké intenzitě a trvání do jedné hodiny. Veslování je jedním z typických vytrvalostních sportů a nutriční strategie v jeho případě hraje ještě větší roli z toho důvodu, že v určitých případech musí veslaři plnit váhové limity.

## 3 Praktická část

### 3.1 Cíle práce

Hlavním cílem této práce je zjistit, zda CMR zapříčiní zlepšení výkonu v rámci třicetiminutového běžeckého vytrvalostního testu s vlastním výběrem tempa při stanovené míře úsilí, a to bez významného předešlého ovlivnění nutričního statusu.

Dalším cílem této práce je zjistit a ověřit, zda CMR během výkonu ovlivňuje pocity potěšení ze sportovní aktivity ve smyslu libosti či nelibosti a jestli může ovlivnit hodnoty tepové frekvence.

### 3.2 Výzkumné otázky

Pro potřeby této práce stanovil autor tři základní výzkumné otázky.

- Zapříčiní CMR zlepšení výkonu v rámci třicetiminutového běžeckého zátěžového testu bez významného předchozího ovlivnění nutričního statusu?
- Zvýší CMR míru prožívaných pocitů libosti v průběhu třicetiminutového běžeckého zátěžového testu?
- Ovlivní CMR hodnoty tepové frekvence v průběhu třicetiminutového zátěžového běžeckého testu?

### 3.3 Metodika práce

Pro potřeby této práce byl zvolen empirický typ výzkumu, smíšeného charakteru, s využitím komparativní metody. Konkrétně se jednalo o běžecký třicetiminutový test s vlastním výběrem tempa při stanovené míře úsilí dle Borgovy škály (viz příloha 1). Probandi tento test absolvovali vždy dvakrát s minimálním odstupem čtyř dnů. Jednou s intervencí a podruhé bez, tedy s aplikací CMR a bez ní. Porovnávány byly hodnoty uběhnuté vzdálenosti, tepové frekvence a také vnímané pocity běžců ve smyslu libosti či nelibosti v průběhu výkonu. Při volbě této výzkumné metody se autor inspiroval zejména prací od autorů Rollo et al. (2008). Konkrétní výzkumné metody byly zvoleny z důvodu, že jsou jednoduše aplikovatelné a nevyžadují žádné složité a drahé nástroje měření. Samotný běžecký test je pak vhodný svou délkou, jelikož třicet minut je stále hranice, při které se CMR popisuje jako účinná nutriční strategie a současně je při něm možné udržet vyšší intenzitu zatížení i v případě rekreačních běžců.

#### 3.3.1 Výzkumný soubor

Výzkumu se zúčastnilo osm mužů ve věku od 18 do 31 let s průměrným BMI 23,7 – další informace k charakteristice souboru, jsou uvedeny v tabulce 1. Jednalo se o zdravé jedince bez jakýchkoli projevů onemocnění. Probandi byli předem dotázáni telefonicky či osobně na jejich zdravotní stav a v případě přítomnosti jakýchkoli zdravotních komplikací



či užívání léků, které by bránily bezpečnému průběhu testu, nebyli do souboru zařazeni. Otázky na zdravotní stav byly inspirovány dotazníkem PAR-Q+ (Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone) (viz příloha 2) a zároveň byl u všech probandů zajištěn informovaný souhlas (viz příloha 3). Výběr probandů do výzkumného souboru byl záměrný. Jednalo se o rekreační běžce, kteří pravidelně trénují alespoň dvakrát týdně po minimální dobu šedesáti minut. Polovina probandů byli hráči Pražské klubové fotbalové ligy, dva byli z řad autorových svěřenců a zbylí dva jeho trenérští kolegové. Komunikace s probandy ohledně testování a dohody jednotlivých termínů probíhala telefonicky a skrze komunikační aplikace.

**Tabulka 1** Charakteristika souboru

	<b>Věk</b>	<b>Hmotnost (kg)</b>	<b>Výška (cm)</b>	<b>BMI</b>
<b>průměr</b>	28,3	82,3	186,3	23,7
<b>SD</b>	4,4	7,9	7,4	1,7

SD – směrodatná odchylka

### 3.3.2 Organizace výzkumu

S dostatečným předstihem autor provedl pilotní měření na sobě a další osobě, která se výzkumu neúčastnila. Ověřil si tak funkčnost postupů a zvolených výzkumných metod. Testování probíhalo v datech od 16. března do 4. dubna 2021 a to vždy individuálně z důvodu epidemiologické situace, ale také z toho důvodu, že celý výzkumný proces zajišťoval personálně i materiálně pouze sám autor a testování více probandů najednou by tak bylo komplikované.

Všichni testovaní byli předem informováni, jak by se měli chovat před absolvováním testu. Po probandech bylo požadováno:

- 24 hodin před testem nekonzumovat alkohol a produkty obsahující kofein.
- 24 hodin před testem nepodstupovat výraznou fyzickou zátěž.
- Poslední větší jídlo max. 3 hodiny před testem.
- Volba vhodného běžecké obutí a oblečení.
- Krom výše zmíněného, stejné chování jako před závodem či náročným tréninkem.

Před zahájením testu byl s probandy podepsán informovaný souhlas a znovu byli dotázáni na aktuální zdravotní stav. Byly jim vysvětleny veškeré náležitosti týkající se testování a v případě jakýchkoli nejasností měli prostor na dotazy. Závěrem jim byly vysvětleny hodnotící škály a poté nasazena snímací zařízení – sporttester (Garmin Forerunner 745, Garmin Ltd., USA) a hrudní pás (Garmin HRM TRI, Garmin Ltd., USA) (viz přílohy 4 a 5). Následně měli probandi 15 minut prostor pro rozcvičení se dle jejich

zvyku a potřeb. Samotnému zahájení testu předcházela pětiminutová zahřívací fáze. Po ní byla ještě jednou zkontrolována poloha snímacích zařízení a poté mohl začít třicetiminutový testovací úsek. Po ukončení testovacího úseku následoval dvouminutový úsek chůze. Následně měli probandí patnáct minut na závěrečné vyběhání, uvolnění a protažení. Po tu dobu byli stále pod dohledem testující osoby. Po zklidnění organismu byla probandům sejmuta snímací zařízení a byli dotázáni, zda pociťují nebo pociťovali v průběhu testu jakoukoli formu diskomfortu.

Stejný proces byl opakován s minimálně čtyřdenním odstupem. Jedna polovina testovaných podstoupila první test s CMR a druhý bez. U druhé poloviny byl zvolen opačný postup, aby se snížilo riziko zkreslení výsledků na základě lepší znalosti testovacího procesu.

### 3.3.3 Metody výzkumu

#### *Běžecový test*

Protokol běžecového testu byl následující:

- 15 minut individuální rozcvičení a zahřátí
- 5 minut běh intenzitou 11 dle Borgovy škály
- 30minutový testovací úsek s volbou vlastního tempa intenzitou 15 dle Borgovy škály
- 2 minuty chůze
- 15 minut zklidnění organismu, uvolnění a protažení

Kvůli epidemiologické situaci, byl test prováděn vždy na stejném venkovním atletickém ovále o délce 333 m. Vzdálenost byla měřena pomocí GPS a prostřednictvím sporttesteru Garmin Forerunner 745 pomocí aktivity „běh po dráze“. Spíše pro potřebu kontroly byl testujícím zaznamenáván i počet jednotlivých okruhů. Probandi v průběhu výkonu měli informace pouze o uplynulém čase, ale nikoli o uběhnuté vzdálenosti. Proto byli probandí předem požádáni, aby si nepočítali uběhnuté okruhy. Časové úseky pro aplikaci CMR a hodnocení dle FS, byly kontrolovány testující osobou pomocí stopek a o konci hlavního třicetiminutového úseku testované informoval také alarm sporttesteru.

#### *Subjektivní škály hodnocení*

Pro nastavení intenzity běhu bylo pracováno s Borgovou škálou subjektivního hodnocení vnímaného úsilí (Borg, 1982). Dále byla užívána tzv. Feeling Scale (viz příloha 6) k posouzení, jak se testovaní při běhu cítí a jaký mají z běhu prožitky. Feeling Scale (FS) je jedenáctistupňová bipolární škála od -5 (velmi špatně – maximální pocit nelibosti) do +5 (velmi dobře – maximální pocit libosti) a 0 reprezentuje neutrální pocit. (Hardy & Reje, 1989; Rollo et al., 2008)

### *Měření tepové frekvence*

Tepová frekvence byla snímána pomocí hrudního pásu Garmin HRM TRI. Porovnávány byly hodnoty z 10., 20., 30. minuty, průměrná TF a maximální TF (dále jen „TF<sub>max</sub>“). Pro kompletní analýzu hodnot tepové frekvence sloužila aplikace Garmin Connect.

#### 3.3.4 Protokol CMR

Pro potřeby výzkumu byl využit maltodextrinový roztok o koncentraci 6,4 %, který byl aplikován metodou „mouth rinse“ v 8., 16. a 24. minutě. Podáváno bylo 25 ml roztoku v plastových kelímcích a doba výplachu byla pět sekund. V momentě, kdy měl být CMR aplikován, byl testovaným podán kelímek s roztokem, který si, za co nejmenšího zpomalení, nalili do dutiny ústní a po pěti sekundách byli instruováni k jeho vyplivnutí mimo dráhu. Pro přípravu roztoku byl využit stoprocentní maltodextrin od firmy GymBeam (viz příloha 7).

#### 3.3.5 Sběr a analýza dat

Data pro potřeby výzkumu byla sbírána před samotným testováním a v jeho průběhu do předem vytvořené tabulky (viz příloha 8). Zároveň byl kompletní záznam aktivity, sebraný pomocí snímacích zařízení, analyzován prostřednictvím programu Garmin Connect. Pro vyhodnocení dat, tvorbu grafů a tabulek byl využit tabulkový software Microsoft Excel. Vzhledem k velikosti souboru byly k analýze dat použity pouze základní statistické metody jako aritmetický průměr, medián či směrodatná odchylka.

## 4 Výsledky

### 4.1 Uběhnutá vzdálenost

Ze všech šestnácti testů probandi zdolali během třicetiminutového běžeckého testu v průměru vzdálenost 6637 m, přičemž nejdější uběhnutá vzdálenost byla 7400 m. Průměrná zdolaná vzdálenost bez aplikace CMR činila 6685 m a s CMR 6589 m. Jak lze vidět v tabulce 2 níže, pouze ve dvou případech došlo při aplikaci CMR ke zlepšení běžeckého výkonu a u zbytku byl naopak výkon s CMR horší.

**Tabulka 2** Porovnání uběhnutých vzdáleností

Proband	Bez CMR (m)	CMR (m)	Rozdíl (%)
č.1	6980	6870	- 1,6 %
č.2	6610	6490	- 1,8 %
č.3	6190	6300	+ 1,8 %
č.4	6560	6470	- 1,4 %
č.5	6360	6300	- 0,9 %
č.6	7400	7310	- 1,2 %
č.7	6580	6640	+ 0,9 %
č.8	6800	6330	- 6,9 %

U skupiny 6 jedinců, kteří uběhli delší vzdálenost v případě testu bez aplikace CMR, se jednalo o procentuální rozdíl v průměru 2,3 % a hodnota mediánu byla 1,5 %. Průměrný rozdíl v metrech činil 157 m a medián pro rozdíl v metrech činil 100 m (viz tabulka 3).

**Tabulka 3** Rozdíly v uběhnuté vzdálenost bez CMR

	Rozdíl vzdálenosti (%)	Rozdíl vzdálenosti (m)
	n = 6	
<b>Průměr</b>	2,3	157
<b>Medián</b>	1,5	100

n = počet hodnot ve výběru

V průměru dosahovala průměrná rychlost bez využití CMR 13,4 km/h, což odpovídá běžeckému tempu 4:29 min/km. Při testech s CMR to bylo 13,2 km/h, což se rovná tempu 4:33 min/km. Přestože byla v průměru zdolaná vzdálenost a průměrná rychlost vyšší bez užití CMR, tak maximální dosažená rychlost byla v průměru vyšší v případě testů s aplikací CMR (viz tabulka 4).

**Tabulka 4** Průměrné hodnoty zdolané vzdálenosti a průměrné a maximální rychlosti

	Vzdálenost (m)	Průměrná rychlost (km/h)	Maximální rychlost (km/h)
<b>Bez CMR</b>	6685 ± 377	13,4 ± 0,8	14,9 ± 1,0
<b>CMR</b>	6589 ± 350	13,2 ± 0,7	15,1 ± 0,7

hodnoty jsou uvedeny ve tvaru: aritmetický průměr ± SD

Celkově 5 jedinců dosáhlo vyšší maximální rychlosti při testu s CMR. Porovnání hodnot v rámci obou testů se nachází v tabulce 5 níže.

**Tabulka 5** Porovnání maximální dosažené rychlosti

Proband	Bez CMR (km/h)	CMR (km/h)
č.1	15,2	14,3
č.2	16,2	14,8
č.3	14,4	14,6
č.4	16	15,3
č.5	13,8	15,4
č.6	15,9	16,4
č.7	13,7	14,3
č.8	14,1	15,3

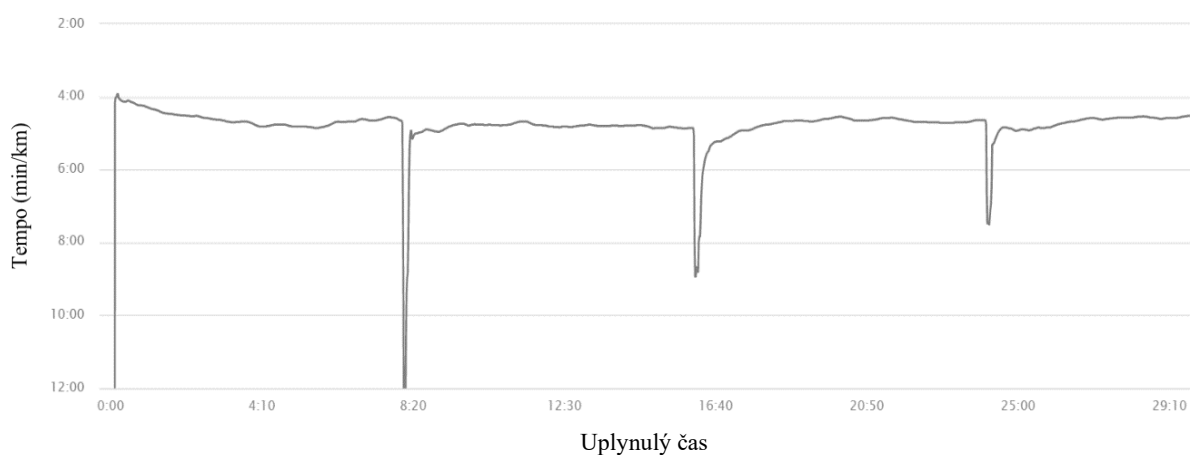
V tabulce 6 jsou porovnány hodnoty dosažené průměrné rychlosti při obou testech s intervencí i bez intervence. Tyto hodnoty odpovídají výsledkům měření uvedených v tabulce 2 výše. Vyšší průměrná rychlost byla zaznamenána pouze u probanda č. 3 a č. 7, tedy jediných dvou jedinců, u kterých došlo při intervenci k větší zdolané vzdálenosti vůči testu bez intervence.

**Tabulka 6** Porovnání průměrné rychlosti

Proband	Bez CMR (km/h)	CMR (km/h)
č.1	14	13,7
č.2	13,2	13
č.3	12,4	12,6
č.4	13,1	12,9
č.5	12,7	12,6
č.6	14,8	14,6
č.7	13,2	13,3
č.8	13,6	12,7

Analyzován byl také případný pokles tempa v momentě výplachu úst sacharidovým roztokem. Na grafu 1 lze vidět, že u probanda č. 8 došlo při prvním výplachu na jednu až dvě vteřiny k úplnému zastavení a velké zpomalení následovalo i při druhém a třetím výplachu. V tomto konkrétním případě měl tento jev s určitostí významný vliv na celkovou uběhnutou vzdálenost vůči testu bez CMR.

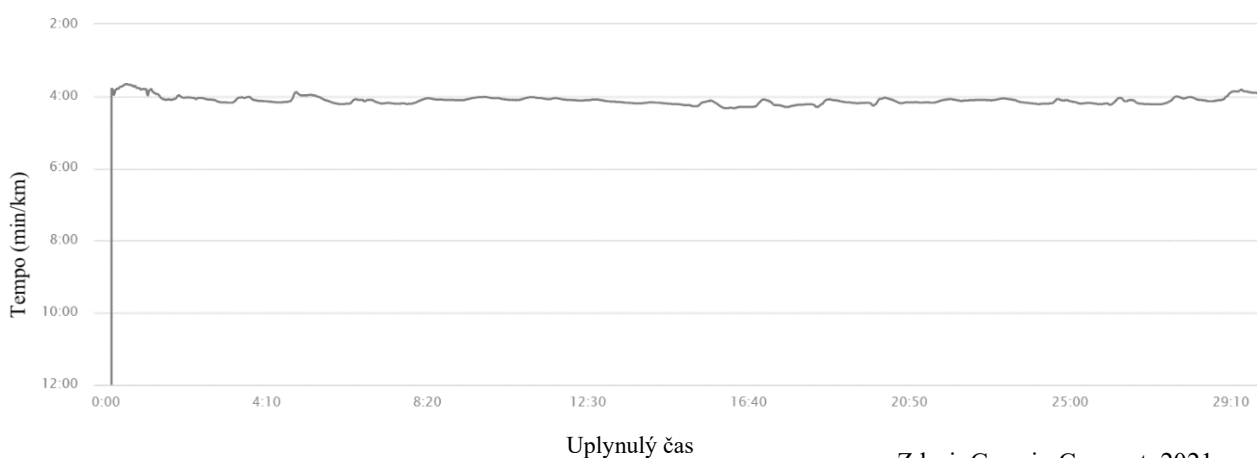
**Graf 1** Tempo běhu (CMR) – proband č. 8



Zdroj: Garmin Connect, 2021

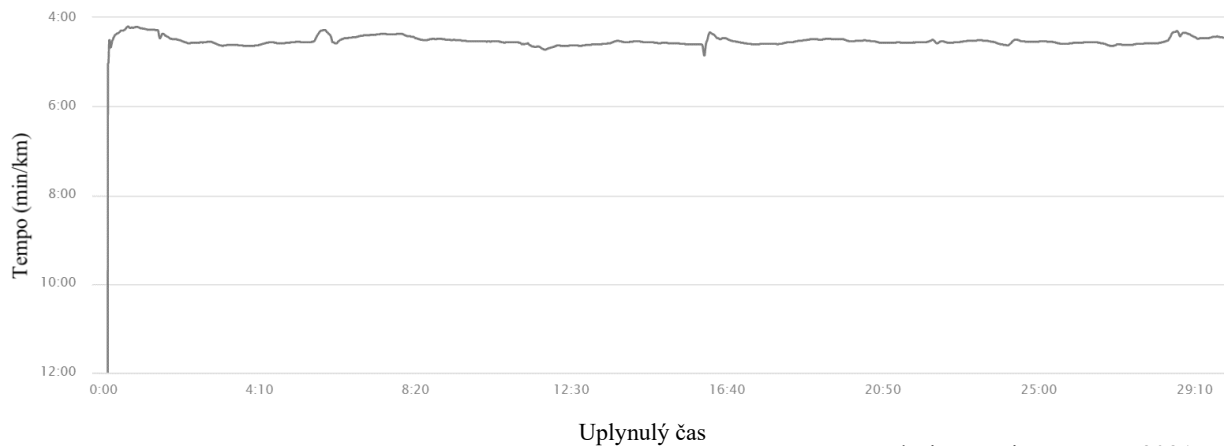
Takto významný pokles tempa byl však v rámci výzkumného souboru výjimkou a ve většině případů se manipulace, ve smyslu převzetí kelímku, a následný výplach na tempo významně neprojeví. To lze dokumentovat i na grafu 2, kde je znázorněno tempo běhu nejrychlejšího běžce souboru v rámci testu s aplikací CMR. To samé naznačují i hodnoty grafu 3, kde je u probanda č. 7 viditelný velmi malý a krátký pokles tempa při výplachu v šestnácté minutě, i ten byl ale v rámci všech testů výjimkou.

**Graf 2** Tempo běhu (CMR) – proband č. 6



Zdroj: Garmin Connect, 2021

**Graf 3** Tempo běhu (CMR) – proband č. 7



Zdroj: Garmin Connect, 2021

## 4.2 Subjektivní hodnocení pocitů při zátěži

V tabulce 7 níže je znázorněno srovnání, jak testovaní hodnotili své subjektivní pocity prožitku z pohybové aktivity při testu s CMR a bez jeho využití dle FS. Hodnoty byly odebrány vždy v 10., 20 a 30 minutě běžeckého testu.

Pouze jeden proband uváděl lepší pocity libosti při testu s CMR ve všech třech časových úsecích, dva jedinci ve dvou a dva v jediném úseku. Naopak proband č. 7 při testu s využitím CMR uváděl horší pocity ve všech třech úsecích a proband č. 5 uvedl významně horší pocit pouze v závěrečném úseku. Poslední nezmíněný proband č. 1 uváděl naprosto totožné hodnoty v rámci obou testů. Přestože lze pozorovat mírný trend lepších výsledků při testu s CMR, uvedená data nenaznačují, že by CMR měl mít významný vliv na kvalitu prožitku během sportovního výkonu a ani na výkon samotný. Např. proband č. 2 uváděl při testu s CMR vyšší hodnoty na FS ve všech úsecích, ale jeho výkon byl v tom samém případě o 1,8 % horší. Naopak proband č. 7 uváděl při testu s aplikací CMR horší pocity v každém úseku a jeho výkon byl o 0,9 % lepší.

**Tabulka 7** Subjektivní hodnocení prožitku z běhu dle Feeling Scale

Proband	10. min.		20. min.		30. min.	
	Bez CMR	CMR	Bez CMR	CMR	Bez CMR	CMR
č.1	4	4	3	3	3	3
č.2	3	4	2	3	2	3
č.3	0	1	2	2	2	3
č.4	3	4	3	3	3	3
č.5	1	1	2	2	5	0
č.6	4	4	3	3	3	4
č.7	2	1	1	-1	0	-2
č.8	0	1	1	2	2	2

 Zlepšení při CMR  
 Zhoršení při CMR

Testovaní byli po dokončení testu také dotázáni, zda se u nich při běhu vyskytla určitá forma diskomfortu. Přesně polovina jedinců uváděla znatelný pocit dechové restriktce v průběhu pětisekundového výplachu dutiny ústní. V jednom případě se po prvním výplachu začalo projevovat píchání v boku. Mimo to však v průběhu všech šestnácti testů probandi nepopisovali jakékoli obtíže.

### 4.3 Tepová frekvence

Když se porovnají průměrné hodnoty maximální a průměrné tepové frekvence souboru, velké rozdíly se neukazují. Hodnoty průměrné tepové frekvence jsou o tři údery za minutu (BPM – beats per minute, dále jen „BPM“) vyšší a v případě  $TF_{max}$  pouze o jeden jediný (viz tabulka 8).

**Tabulka 8** Hodnoty průměrné a maximální tepové frekvence

Proband	TF (bez CMR)	TF (CMR)	$TF_{max}$ (Bez CMR)	$TF_{max}$ (CMR)
<b>Průměr</b>	166	169	178	179
<b>SD</b>	10	9	9	7

V tabulce 9 jsou uvedeny detailněji individuální hodnoty průměrné TF a  $TF_{max}$ . Celkem u šesti probandů byla průměrná TF vyšší při testu s aplikací CMR – jen u dvou z nich byla vyšší TF spojena s delší uběhnutou vzdáleností. V průměru se u těchto jedinců jednalo o rozdíl 4,5 BPM, hodnota mediánu činila 3,5 BPM. V jednom případě byla průměrná TF nižší při testu s CMR a v posledním se TF nelišila.  $TF_{max}$  dosahovala vyšších hodnot s CMR ve čtyřech případech. Průměrně se u této skupiny jednalo o nárůst o 4,75 BPM, hodnota mediánu byla 4 BPM (viz tabulka 10). U tří probandů byl trend opačný,



$TF_{max}$  byla tedy bez CMR nižší a u jednoho jedince se hodnoty nelišily. Z převážné většiny však byly rozdíly z obou stran malé.

**Tabulka 9** Hodnoty průměrné a maximální tepové frekvence

Proband	TF (bez CMR)	TF (CMR)	$TF_{max}$ (Bez CMR)	$TF_{max}$ (CMR)
č.1	170	173	181	181
č.2	155	153	169	167
č.3	163	169	169	178
č.4	152	162	168	174
č.5	167	169	179	181
č.6	181	181	188	190
č.7	177	179	190	188
č.8	161	165	178	176

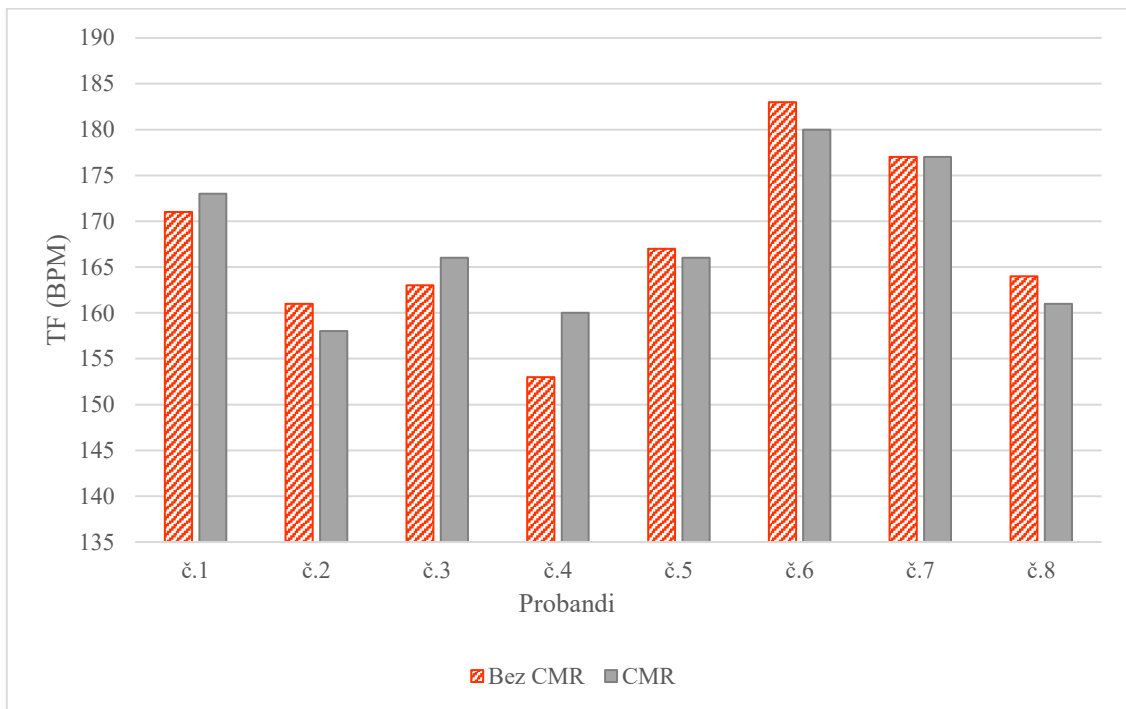
**Tabulka 10** Průměrné navýšení TF a  $TF_{max}$

	Průměrná TF (BPM) (n = 6)	$TF_{max}$ (BPM) (n = 4)
<b>Průměr</b>	4,5	4,75
<b>Medián</b>	3,5	4

n = počet hodnot ve výběru

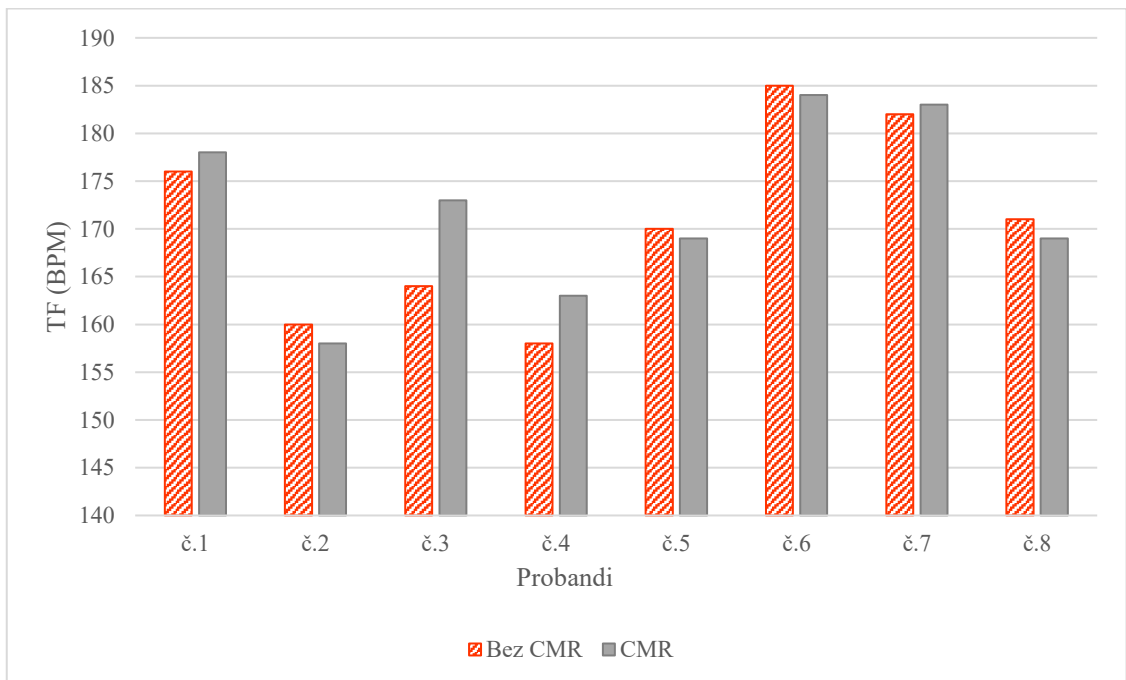
Graf 4 porovnává hodnoty TF z 10. minuty testu. Tato data nevykazují žádný významný trend, jelikož u poloviny testovaných jedinců byla TF vyšší bez CMR, u tří probandů tomu bylo opačně a v jednom případě byly hodnoty stejné.

**Graf 4** TF v 10. minutě testu



Ani data z grafu 5, interpretující hodnoty TF ve 20. minutě testu, nepoukazují na to, že by zařazení CMR mělo být významnou proměnnou ve vztahu k TF. Oproti hodnotám z 10. minuty je s pokročilou dobou zátěže vidět obecné zvýšení TF.

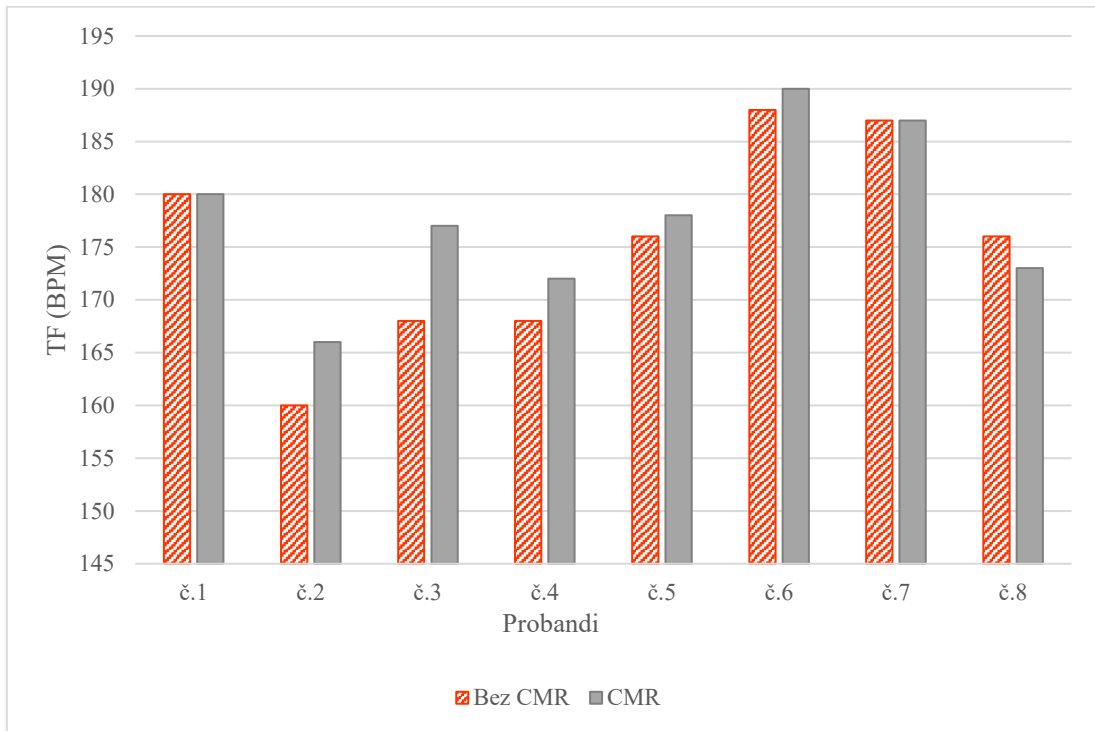
**Graf 5** TF ve 20. minutě testu



Graf 6 níže udává hodnoty TF ve 30. minutě, tedy v poslední vteřině zátěžového testu. Zde lze pozorovat, že u 5 probandů byla TF vyšší v rámci testu s CMR. Pouze

u jednoho z nich byla vyšší TF v závěru testu spojena i s lepším běžeckým výkonem. Ve dvou případech byla TF na stejné úrovni a u jediného probanda byla TF vyšší při testu bez využití CMR. Zároveň se s pokračující zátěží potvrdila vzestupná tendence hodnot TF. Téměř vždy byla TF ve 30. minutě vyšší, než ve 20. minutě, a pouze ve dvou případech si byly hodnoty rovny.

**Graf 6** TF ve 30. minutě testu



## 5 Diskuze

Cílem této práce bylo zjistit a ověřit, zda se, čím dál častěji zmiňovaný, ergogenní vliv CMR může projevit u skupiny rekreačních běžců bez významného předešlého ovlivnění nutričního statusu.

Jak např. uvádějí Pomportes a Brisswalter (2020), ergogenní efekt CMR se projevuje zejména v případě, kdy testovanému výkonu předcházelo noční či několikahodinové lačnění. Za podmínek běžného nasycení jsou výsledky nejednoznačné. Výsledky této bakalářské práce mohou naznačovat, že CMR je efektivní nutriční strategií pouze v případě, kdy sportovci před výkonem lačnají. Je však nutné brát v potaz, že z hlediska nutričního statusu mohl být výkon v rámci této práce ovlivněn dalšími faktory. Projevit se mohlo např. jaké konzumovali testovaní poslední jídlo před vykonáním testu nebo také to, co jedli v průběhu předchozího dne. Konkrétní jídelníček totiž nebyl v tomto případě monitorován. Stejně tak mohl mít svůj vliv stav hydratace probandů, který nebyl kontrolován. Ukazuje se totiž, že CMR může mít větší ergogenní vliv ve stavu dehydratace (Kamaruddin et al. 2019). Pokud by se i nadále potvrdil trend, že CMR ztrácí na efektu při běžném nutričním statusu jedince, šířka možnosti jeho využití by byla limitována. Avšak i u sportovců může tento stav nastat např. v období striktních náboženských půstů či v případě jedinců, kteří redukuje hmotnost do váhových kategorií.

U jednoho z probandů se projevilo, že samotný CMR může krátkodobě negativně ovlivnit tempo běhu. Došlo k tomu především díky nedokonalé manipulaci při prvním výplachu a svou roli v tomto případě mohla hrát i dechová restrikce. Přestože se jednalo o ojedinělý případ, jen to potvrzuje, jak důležitý je nutriční trénink, jehož význam zdůrazňuje ve své práci i Jeukendrup (2014). A to nejen z důvodu určité míry adaptace zažívacího traktu, ale třeba v případě CMR i z důvodu optimalizace manipulace s nápojem či dechového rytmu v průběhu výplachu. Právě dechová restrikce zapříčiněná CMR by mohla být jednou z možných příčin horšího běžeckého výkonu. Přesně polovina probandů zmiňovala pocity ztíženého dýchání v průběhu výplachu úst a několik sekund po něm. V každém případě tento fakt naznačuje, že i pětisekundový interval může být pro některé sportovce omezující a desetisekundový interval se tak může zdát, zejména v případě běhu, výrazně nepohodlný – což se potvrdilo i v pilotním měření. Jeden z testovaných zároveň po prvním výplachu uváděl pocity píchání v boku, na které běžně netrpí. Přestože etiologie tohoto jevu není dodnes zcela objasněna, souvislost s narušením dechového rytmu nelze vyloučit (Morton & Callister, 2000). Zajímavé je že většina studií, věnujících se CMR, problematiku narušení dechového rytmu nezmiňuje i přesto, že v celé jejich řadě trval výplach dvojnásobek času než v této práci. Hypoteticky v tom mohla hrát roli trénovanost jedinců v rámci výzkumného souboru. Několik málo studií na problematiku ztíženého dýchání přece jen poukazuje. Autoři v nich uvádí, že opakovaný CMR může snižovat sportovní výkon narušením dechového cyklu, jelikož dotyčnému nezbyvá nic jiného než zadržet dech či dýchat nosem. To může,

zejména ve vyšších intenzitách, výrazně narušit přirozený dechový cyklus sportovce. Zároveň popisují opakovaný CMR jako možnou příčinu ztráty koncentrace na samotný výkon. (Gam, Guelfi & Fournier, 2013; Muhamed et al., 2014) Z hlediska ztráty koncentrace a jednodušší manipulace v souvislosti s CMR by oproti plastovým kelímkům, byla možná vhodnější varianta podání sacharidového roztoku v jakési tubě či sáčku, tedy v baleních, která jsou typická např. pro energetické gely. Zároveň je zřejmé, že pokud zmíněné faktory opravdu byly příčinou, nebo jednou z příčin, pomalejšího běhu v průběhu testu s CMR, tak při zvoleném třicetiminutovém testu se projeví ještě výrazněji, než by tomu bylo např. u testu s dvojnásobnou délkou trvání. Především u těchto kratších a intenzivnějších aktivit tak nastává otázka praktické stránky CMR. Je velmi pravděpodobné, že většina sportovců nemá k dispozici tým lidí, kteří by jim v průběhu závodu kontinuálně podávali bolusy sacharidového roztoku pro výplach. Stejně tak občerstvovací stanice málokdy bývají k dispozici v intervalech 7–8 minut, které bývají zmiňovány jako nejčastější pro aplikaci CMR (Pomportes & Brisswalter, 2020). Zároveň běžet s lahví, pitným vakem a vlastně s jakoukoli jinou zátěží navíc, může mít na výkon sportovce negativní vliv. Výše zmíněná praktická úskalí s aplikací CMR, budou zajisté menším problémem např. u cyklistiky, při které dochází k menším otřesům a zároveň je snadnější mít nějakou formu nápoje při sobě.

Jedním z dalších faktorů, který mohl promluvit do výsledků této práce, byla vlastní volba tempa. Přestože probandí byli instruováni zvolit tempo běhu na základě Borgovy škály, tak možné odchylky, ve smyslu volby rychlejšího či pomalejšího tempa, mohly nastat. Rekreační běžci totiž nemusí umět tak dobře rozlišovat jemné rozdíly v tempu běhu. Výkonnostní úroveň jedinců v rámci výzkumného souboru mohla mít svůj vliv. Co je ale jisté, že pro větší výpovědní hodnotu by byl třeba větší a homogennější výzkumný soubor. Jako vhodný potenciaální vzorek by se nabízel např. atletický oddíl nebo některá větší tréninková skupina. V ideálním případě test provést na tréninkovém soustředění či jiné hromadné akci, kdy na většinu jedinců působí velmi podobné okolní podmínky ve smyslu stravy a celkového denního režimu. V případě této bakalářské práce autorovu snahu o zajištění co největší homogenity souboru bohužel značně narušovaly restriktce spojené s epidemiologickou situací.

Data popisující vliv CMR na míru požitku ze sportovní aktivity ukazují, že pět jedinců z testovaného souboru uvedlo lepší pocity alespoň v jednom časovém úseku. Rozdíly však jsou moc malé na to, aby bylo možné říct, že CMR významně podporuje pocity libosti v průběhu zátěže, jako tomu bylo např. ve studii Rollo et al. (2008). Spíše se jedná o možný náznak určitého trendu. Subjektivní hodnocení tohoto typu může samozřejmě ovlivňovat celá řada faktorů. Velmi důležitým působícím faktorem může být zajisté okolní prostředí. Reálně nebylo možné, aby každý jedinec absolvoval test za stejného počasí. Je pravděpodobné, že jiný pocit prožitku může být vyvolán při běhu za slunečného počasí, nebo když je zataženo. Autor si je vědom, že povětrnostní podmínky, zejména rychlost větru či

teplota, jsou působící proměnné, které mohly určitou měrou ovlivnit nejen subjektivní pocity testovaných, ale i další parametry jejich výkonu.

Při porovnání hodnot TF z 10., 20., a 30. minuty nebyly pozorovány významné rozdíly mezi testy s intervencí a bez intervence. V případě šesti probandů však byly hodnoty průměrné TF vyšší v případě testu s CMR a pouze dva z nich při testu s CMR zaznamenali lepší výkon. Nabízelo by se, že určitý vliv na TF mohlo mít např. narušení dechového rytmu při výplachu. Při podrobnější analýze TF v průběhu výkonu se tato domněnka však nepotvrdila. Naproti tomu např. u probanda č. 6 byl viditelný mírný pokles TF (viz příloha 9), právě v čase okolo prvního a druhého výplachu. Obecně byly rozdíly v hodnotách TF poměrně malé a pro jasnější stanovisko by bylo třeba dalšího zkoumání. Při celkovém pohledu na výsledky hodnotící TF se spíše potvrzuje, že CMR nemá významný vliv na TF. Stejně to ve své práci popisují i Bataineh et al. (2018), kteří také, jako jedni z mála, porovnávali CMR i s testem bez jakéhokoli výplachu. Jiné studie např., Rollo et al. (2008) či Wright a Davison (2013), kde nebyl prokázán vliv CMR na TF, totiž porovnávali CMR s placebem.

Výsledky této bakalářské práce lze chápat jako naznačení určitého trendu. Pro jasnější potvrzení či vyvrácení ergogenní funkce CMR u vytrvalostních výkonů, by bylo třeba zapojení většího výzkumného souboru, ideálně oba testy, jak s intervencí, tak bez ní, vícekrát zopakovat a nejlépe ještě přidat intervenci v podobě placebo a celý proces testování provést za standardnějších podmínek. Na základě výsledku této práce je autor přesvědčen, že budoucí výzkumy věnující se CMR by se, zejména u běžců, měly zaměřit na možnosti jeho praktického využití v soutěžních podmínkách. Stejně tak by bylo přínosné se zaměřit na problematiku omezeného dýchání v průběhu CMR. Pokud se nadále bude potvrzovat ergogenní vliv CMR pouze za velmi specifických podmínek, bude jeho reálný přínos v praxi spíše diskutabilní.

## 6 Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo zjistit, zda se ergogenní efekt CMR projeví při třicetiminutovém běžeckém testu s vlastním výběrem tempa a při stanovené míře úsilí, bez významného předešlého ovlivnění nutričního statusu. CMR za těchto podmínek zlepšení výkonu nezapříčinil a jeho ergogenní potenciál se tak neprokázal. Naopak šest jedinců podalo s CMR horší výkon vůči testu bez CMR. Procentuální rozdíl činil v tomto případě v průměru 2,3 % a hodnota mediánu pak 1,5 %.

Dalšími cíli této práce bylo zjistit a ověřit, zda má CMR během výkonu vliv na pocity potěšení ze sportovní aktivity. Jeden proband uvedl na FS vyšší hodnoty ve všech třech časových úsecích, dva probandi ve dvou a dva v jednom úseku. Ani v jednom případě však rozdíl nebyl větší než jeden bod. Na základě takto malých rozdílů nelze jednoznačně potvrdit, že by CMR zvyšoval míru prožívaných pocitů libosti v průběhu pohybové aktivity.

Dalším a posledním cílem bylo zjistit, zda CMR může ovlivnit hodnoty TF. Při porovnání hodnot TF z 10., 20. a 30. minuty nebyly mezi testy pozorovány významné rozdíly. Byl naznačen mírný trend zvýšení hodnot průměrné TF při testu s aplikací CMR, kdy celkem u šesti jedinců byla pozorována vyšší průměrná TF. Hodnoty TF byly u těchto probandů vyšší v průměru o 4,5 úderů za minutu a hodnota mediánu byla 3,5 úderů za minutu. Takové rozdíly spíše naznačují, že CMR významně TF neovlivňuje.

## Seznam použité literatury

Bailey, P., & Hennessy, E. (2020). A review of the ketogenic diet for endurance athletes: performance enhancer or placebo effect? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(33), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00362-9>

Barwood, M., Gibson, O., Gillis, D., Jeffries, O., Morris, N., Pearce, J., Ross, M., Stevens, C., Rinaldi, K., Kounalakis, S., Riera, F., Mündel, T., Waldron, M., & Best, R. Menthol as an Ergogenic Aid for the Tokyo 2021 Olympic Games: An Expert-Led Consensus Statement Using the Modified Delphi Method. (2020). *Sports Medicine*, 50(10), 1709–1727. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01313-9>

Bastos-Silva, V., Prestes, J. & Geraldes, A. Effect of Carbohydrate Mouth Rinse on Training Load Volume in Resistance Exercises. (2019). *Journal of strength and conditioning research*, 33(6), 1653-1657. doi:10.1519/JSC.0000000000002092

Bataineh, M., Al-Nawaiseh, A., Abu Altaieb, M., Bellar, D., Hindawi, O., & Judge, L. (2018) Impact of carbohydrate mouth rinsing on time to exhaustion during Ramadan: A randomized controlled trial in Jordanian men. *European Journal of Sport Science*. 18(3), 357-366. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1420236>

Baur, D. & Saunders, M. (2020). Carbohydrate supplementation: a critical review of recent innovations. *European Journal of Applied Physiology*, 121(1), 23-66. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04534-y>

Bean, A. (2009). *The complete guide to sports nutrition*. (4th ed.). Bloomsbury, USA: A & C Black.

Berning, J., & Steen, S. (2006). *Nutrition for Sport & Exercise*. (2nd ed.). Sudbury, USA: Jones and Barlett.

Best, R., McDonald, K., Hurst, P., & Pickering, C. Can taste be ergogenic? (2020). *European Journal of Nutrition*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02274-5>

Borg, G. (1982). Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. *International Journal of Sports Medicine*, 3(3), 153–158. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1026080>



- Brietzke, C., Franco-Alvarenga, P., Canestri, R., Goethel, M., Vínicius, Í., Painelli, V., Santos, T., Hettinga, F., & Pires, F. (2020). Carbohydrate Mouth Rinse Mitigates Mental Fatigue Effects on Maximal Incremental Test Performance, but Not in Cortical Alterations. *Brain sciences*, 10(493), 1-15. <https://doi.org/10.3390/brainsci10080493>
- Brietzke, C., Franco-Alvarenga, P., Coelho-Junior, H., Silveira, R., Asano, R., & Pires, F. Effects of Carbohydrate Mouth Rinse on Cycling Time Trial Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. (2018). *Sports Medicine*, 49(1), 57-66. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1029-7>
- Burke, L., Hawley, M., Wong, S., & Jeukendrup, A. Carbohydrates for training and competition. (2011). *Journal of Sports Sciences*, 29(1), 17–27. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>
- Carter, J., Jeukendrup, A., & Jones, D. The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. (2004). *Medicine and science in sports and exercise*, 36(12), 2107-2111. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000147585.65709.6F>
- Cramer, M., Thompson, M., & Periard, J. (2015). Thermal and Cardiovascular Strain Mitigate the Potential Benefit of Carbohydrate Mouth Rinse During Self-Paced Exercise in the Heat. *Frontiers in physiology*, 6(354), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00354>
- De Oliveira, E., & Burini, R. (2014). Carbohydrate-Dependent, Exercise-Induced Gastrointestinal Distress. *Nutrients*, 6(10), 4191-4199. <https://doi.org/10.3390/nu6104191>
- Dovalil, J. (2009). *Výkon a trénink ve sportu* (3rd ed.). Praha, Česká republika: Olympia.
- Dunford, M., & Doyle, A. (2008). *Nutrition for sport and exercise*. Belmont, USA: Thomson Wadsworth.
- Dunkin, J., & Phillips, S. (2017). The Effect of a Carbohydrate Mouth Rinse on Upper-Body Muscular Strength and Endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1948-1953 <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001668>
- Eberle, S. (2014). *Endurance sports nutrition* (3rd ed.). Champaign, USA: Human Kinetics.

Ehlert, A., Twiddy, H., & Wilson, P. (2020). The Effects of Caffeine Mouth Rinsing on Exercise Performance: A Systematic Review. *International Journal of Sport Nutrition*, 30(5), 362-373. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2020-0083>

Fraga, C., Paulicio, D., Pompeu, F., Velasques, B., Ribeiro, P., Koch, A., & Machado, M. (2017). Carbohydrate mouth rinse enhances time to exhaustion during treadmill exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 37(1), 17–22. <https://doi.org/10.1111/cpf.12261>

Gam, S., Guelfi, K., & Fournier P. (2013) Opposition of carbohydrate in a mouth-rinse solution to the detrimental effect of mouth rinsing during cycling time trials. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 23(1), 48-56. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.23.1.48>

Gam, S., Tan, M., Guelfi, K., & Fournier, P. (2015). Mouth rinsing with a bitter solution without ingestion does not improve sprint cycling performance. *European Journal of Applied Physiology*, 115(1), 129-138. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2987-6>

Gibson, O., Wrightson, J., & Hayes, M. (2019). Intermittent sprint performance in the heat is not altered by augmenting thermal perception via L-menthol or capsaicin mouth rinses. *European Journal of Applied Physiology*, 119(3), 653-664. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-4055-0>

Google Commerce Ltd. (2013). Garmin Connect (Verze 4.41.1) [software]. Dublin: Ireland [přístup 2021-03-1]. Dostupné z: <https://connect.garmin.com/>

Goulet, E. (2012). Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutrition Reviews*, 70(2), 132-136. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2012.00530.x>

Goulet, E., & Hoffman, M. (2019). Impact of Ad Libitum Versus Programmed Drinking on Endurance Performance: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 49(2), 221-232. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-01051-z>

Guillochon, M., & Rowlands, D. (2017). Solid, Gel, and Liquid Carbohydrate Format Effects on Gut Comfort and Performance. *International Journal of Sport Nutrition*, 27(3), 147-154 <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0211>

- Hardy, J., & Rejeski, J. (1989). Not what, but how one feels: The measurement of affect during exercise. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *11*, 304–317. <https://doi.org/10.1123/jsep.11.3.304>
- Ho, G. (2009) Lower Gastrointestinal Distress in Endurance Athletes. *Current Sports Medicine Reports*. *8*(2), 85-91. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31819d6b7b>
- Chambers, E., Bridge, M., & Jones, D. (2009). Carbohydrate sensing in the human mouth: Effects on exercise performance and brain activity. *Journal of Physiology*, *587*(8), 1779–1794. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2008.164285>
- Chryssanthopoulos, C., Ziaras, C., Oosthuysen, T., Lambropoulos, I., Giorgios, P., Zacharogiannis, E., Philippou, A., & Maridaki, M. (2017). Carbohydrate Mouth Rinse Does Not Affect 60-min Running Performance In Women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *36*(7), 824-833. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000518515.08771.31>
- James, R., Ritchie, S., Rollo, I., & James, L. (2017). No Dose Response Effect of Carbohydrate Mouth Rinse on Cycling Time-Trial Performance. *International Journal of Sport Nutrition*, *27*(1), 25-31. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0111>
- Jensen, M., Klimstra, M., Sporer, B., & Stellingwerff, T. (2018). Effect of Carbohydrate Mouth Rinse on Performance after Prolonged Submaximal Cycling. *Medicine and science in sports and exercise*, *50*(5), 1031-1038. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001529>
- Jensen, M., Stellingwerff, T., & Klimstra, M. (2015). Carbohydrate Mouth Rinse Counters Fatigue Related Strength Reduction. *International Journal of Sport Nutrition*, *25*(3), 252-261. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2014-0061>
- Jeukendrup, A. (2014). A Step Towards Personalized Sports Nutrition: Carbohydrate Intake During Exercise. *Sports Medicine*, *44*(1), 25-33. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0148-z>
- Jeukendrup, A. (2017). Training the Gut for Athletes. *Sports Medicine*, *47*(1), 101-110. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0690-6>

- Kamaruddin, H., Ooi, C., Mündel, T., Aziz, A., & Muhamed, A. (2019). The ergogenic potency of carbohydrate mouth rinse on endurance running performance of dehydrated athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 119(8), 1711-1723. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04161-2>
- Kenefick, R. (2018). Drinking Strategies: Planned Drinking Versus Drinking to Thirst. *Sports Medicine*, 48(1) 31-37. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0844-6>
- Kenney, W., Wilmore, J., & Costill, D. (2012). *Physiology of sport and exercise* (5th ed.). Champaign, USA: Human Kinetics.
- Khong, T., Slevanayagam, V., & Yusof, A. (2020). Effect of glucose and sodium chloride mouth rinses on neuromuscular fatigue: a preliminary study. *European journal od sport science*, 1-7. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1730980>
- Kim, J., & Kim, E. (2020) Nutritional Strategies to Optimize Performance and Recovery in Rowing Athletes. *Nutrients*, 12(1685), 1-13. <https://doi.org/10.3390/nu12061685>
- Morton, D., & Callister, R. (2000) Characteristics and etiology of exercise-related transient abdominal pain. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 32(2), 432-8. <https://doi.org/10.1097/00005768-200002000-00026>. PMID: 10694128.
- Muhamed, C., Mohamed, A., Ismail, N., Aziz, A., & Singh, R. (2014). Mouth rinsing improves cycling endurance performance during Ramadan fasting in a hot humid environment. *Applied Physiology, Nutrition*, 39(4), 458-464. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0276>
- Nicholas, C., Nuttall, F., & Williams C. (2000). The Loughborough Intermittent Shuttle Test: a field test that simulates the activity pattern of soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(2), 97-104. <https://doi.org/10.1080/026404100365162>.
- Noakes, T. (2003). Fluid Replacement during Marathon Running. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(5), 309-318. <https://doi.org/10.1097/00042752-200309000-00007>
- Painelli, V., Nicastro, H., & Lancha, A. (2010). Carbohydrate mouth rinse: Does it improve endurance exercise performance? *Nutrition Journal*, 9(33), 1-4. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-9-33>

Painelli, V., Roschel, H., Gualano, B., Del-Favero, S., Benatti, B., Ugrinowitsch, C., & Tricoli, V. (2011). The effect of carbohydrate mouth rinse on maximal strength and strength endurance. *European journal of applied physiology*, 111(9), 2381-2386. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1865-8>

*Par-Q+* (2020, 1 November). [obrázek]. [vid. 2021-03-05]. Dostupné z: <http://eparmedx.com/wp-content/uploads/2021/01/ParQ-Plus-Jan-2021-Image.pdf>

Pastucha, D. (2014). *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. Praha, Česká republika: Grada.

Pfeiffer, B., Coterill, A., Grathwohl, D., Stellingwerff, & Jeukendrup. (2009). The Effect of Carbohydrate Gels on Gastrointestinal Tolerance During a 16-km Run. *International Journal of Sport Nutrition*, 19(5), 485-503. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.19.5.485>

Pomportes, L., & Brisswalter, J. (2020). Carbohydrate mouth rinse effects on physical and cognitive performance: Benefits and limitations in sports. *Science et Sports*, 35(4), 200-206. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2020.06.001>

Pottier, A., Bouckaert, J., Gilis, W., Roels, T., & Derave, W. (2010). Mouth rinse but not ingestion of a carbohydrate solution improves 1-h cycle time trial performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(1), 105-111. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00868.x>

ResearchGate GmbH. (n.d.) School of sport, Exercise and Health Sciences. *Asker Jeukendrup*. [vid. 2020-10-31]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Asker\\_Jeukendrup](https://www.researchgate.net/profile/Asker_Jeukendrup)

ResearchGate GmbH. (n.d.) The Feeling Scale. *Figure 1 - uploaded by Eduardo Caldas Costa*. [vid. 2021-03-5]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/figure/The-Feeling-Scale-22\\_fig1\\_282292756](https://www.researchgate.net/figure/The-Feeling-Scale-22_fig1_282292756)

Rollo, I., Williams, C., Gant, N., & Nute, M. (2008). Influence of Carbohydrate Mouth Rinse on Self-Selected Speeds During a 30-min Treadmill Run. *International journal of sport nutrition*, 18(6), 585-600. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.18.6.585>

Roubík, et al. (2018). *Moderní výživa ve fitness a silových sportech*. Praha, Česká republika: Erasport.

- Silva, T., De Souza, M., Amorim, J., Stathis, C., Lima-Silva, A., & Leandro, C. (2014). Can Carbohydrate Mouth Rinse Improve Performance during Exercise? A Systematic Review. *Nutrients*, 6(1), 1-10. <https://doi.org/10.3390/nu6010001>
- Simulescu, V., Ilia, G., Macarie, L., & Merghes, P. (2019). Sport and energy drinks consumption before, during and after training. *Science*, 34(1), 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2018.10.002>
- Sinclair, J., Bottoms, L., Flynn, C., Bradley, E., Alexander, G., McCullagh, S., Finn, T., Hurst, H. (2014). The effect of different durations of carbohydrate mouth rinse on cycling performance. *European Journal of Sport Science*, 14(3), 259-64. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.785599>
- Stevens, C., Thoseby, B., Sculley, D., Callister, R., Taylor, L., & Dascombe, B. (2016). Running performance and thermal sensation in the heat are improved with menthol mouth rinse but not ice slurry ingestion. *Scandinavian journal of medicine*, 26(10), 1209-1216. <https://doi.org/10.1111/sms.12555>
- Suárez-Rodríguez, D., & M. Del Valle. (2019) Borg scale and intensity in running and tennis-specific training. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 19(75), 399–413. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2019.75.002>
- Šindelář, M., & Roubík, L. (2020). *Suplementuj efektivně*. Institut moderní výživy. Dostupné z: <https://www.institutmodernivyzivy.cz/ebook-suplementuj-efektivne/>
- Thomas, D., Erdman, K., & Burke, L. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501-528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>
- Vilikus, Z. (2015). *Výživa sportovců a sportovní výkon*. Praha, Česká republika: Karolinum.
- Vitale, K., & Getzin, A. (2019). Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. *Nutrients*, 11(6), 1-20. <https://doi.org/10.3390/nu11061289>

Wilson, P., Russell, H., & Pugh, J. (2020). Anxiety may be a risk factor for experiencing gastrointestinal symptoms during endurance races: An observational study. *European Journal of Sport Science*, 11(6), 1-7. <https://doi.org/10.3390/nu11061289>

Wright, B., & Davison, G. (2013). Carbohydrate Mouth Rinse Improves 1.5 h Run Performance: Is There A Dose-Effect? *International Journal of Exercise Science*, 6(4), 328-340. ISSN 1939795X.

Wright, H., Collins, H., & Schwellnus, M. (2009). Gastrointestinal (GIT) symptoms in athletes: A review of risk factors associated with the development of GIT symptoms during exercise. *International SportMed Journal*, 10(3), 116-123. ISSN 15283356.

Zahradník, D., & Korvas, P. (2017). *Základy sportovního tréninku*. Masarykova Univerzita. Dostupné z: <https://ecuni.publi.cz/?book=51-zaklady-sportovniho-treninku>

Zlatohlávek, L. (2019). *Klinická dietologie a výživa* (2nd ed.). Praha, Česká republika: Current media.

## Seznam zkratek

ATP – adenosintrifosfát

BPM – Beats per minute

CMR – Carbohydrate mouth rinse

FS – Feeling Scale

n – počet hodnot ve výběru

SGLT1 – Sodium-Dependent Glucose Transporter 1

SGLT2 – Sodium-Dependent Glucose Transporter 2

GLUT2 – Glucose transporter 2

GLUT5 – Glucose transporter 5

LIST – Loughborough Intermittent Shuttle Test

RPE – Rate of Percieved Exertion

PAR-Q+ – Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone

TF – tepová frekvence

TF<sub>max</sub> – maximální tepová frekvence

SD – směrodatná odchylka



## Seznam grafů

<b>Graf 1</b> Tempo běhu (CMR) – proband č. 8.....	30
<b>Graf 2</b> Tempo běhu (CMR) – proband č. 6.....	30
<b>Graf 3</b> Tempo běhu (CMR) – proband č. 7.....	31
<b>Graf 4</b> TF v 10. minutě testu.....	34
<b>Graf 5</b> TF ve 20. minutě testu .....	34
<b>Graf 6</b> TF ve 30. minutě testu .....	35

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1</b> Charakteristika souboru.....	25
<b>Tabulka 2</b> Porovnání uběhnutých vzdáleností.....	28
<b>Tabulka 3</b> Rozdíly v uběhnuté vzdálenost bez CMR .....	28
<b>Tabulka 4</b> Průměrné hodnoty zdolané vzdálenosti a průměrné a maximální rychlosti.....	29
<b>Tabulka 5</b> Porovnání maximální dosažené rychlosti.....	29
<b>Tabulka 6</b> Porovnání průměrné rychlosti .....	29
<b>Tabulka 7</b> Subjektivní hodnocení prožitku z běhu dle Feeling Scale .....	32
<b>Tabulka 8</b> Hodnoty průměrné a maximální tepové frekvence .....	32
<b>Tabulka 9</b> Hodnoty průměrné a maximální tepové frekvence .....	33
<b>Tabulka 10</b> Průměrné navýšení TF a $TF_{max}$ .....	33

# Přílohy

## Seznam příloh

**Příloha 1** Borgova Škála

**Příloha 2** PAR-Q+ (Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone)

**Příloha 3** Informovaný souhlas

**Příloha 4** Garmin Forerunner 745

**Příloha 5** Garmin HRM TRI

**Příloha 6** Feeling Scale

**Příloha 7** Maltodextrin (GymBeam)

**Příloha 8** Tabulka záznamu měření

**Příloha 9** Záznam TF při testu s CMR – proband č. 6

**Příloha 1** *Borgova Škála*

<b>Borg scale</b>	<b>Heart rate</b>	<b>Intensity %</b>
6	60-70	10%
7 Very, very light	70-80	
8	80-100	20%
9 Very light	90-110	
10	100-120	30%
11 Fairly light	110-130	
12	120-140	40%
13 Somewhat hard	130-150	50%
14	140-160	60%
15 Hard	150-170	70%
16	160-180	
17 Very hard	170-190	80%
18	180-200	90%
19 Very, very hard	190-210	100%
20	200-220	

Zdroj: Suárez-Rodríguez & Del Velle (2019)

# 2021 PAR-Q+






## The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone

The health benefits of regular physical activity are clear; more people should engage in physical activity every day of the week. Participating in physical activity is very safe for MOST people. This questionnaire will tell you whether it is necessary for you to seek further advice from your doctor OR a qualified exercise professional before becoming more physically active.

### GENERAL HEALTH QUESTIONS

Please read the 7 questions below carefully and answer each one honestly: check YES or NO.	YES	NO
1) Has your doctor ever said that you have a heart condition <input type="checkbox"/> OR high blood pressure <input type="checkbox"/> ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Do you feel pain in your chest at rest, during your daily activities of living, OR when you do physical activity?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Do you lose balance because of dizziness OR have you lost consciousness in the last 12 months? Please answer NO if your dizziness was associated with over-breathing (including during vigorous exercise).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Have you ever been diagnosed with another chronic medical condition (other than heart disease or high blood pressure)? PLEASE LIST CONDITION(S) HERE: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Are you currently taking prescribed medications for a chronic medical condition? PLEASE LIST CONDITION(S) AND MEDICATIONS HERE: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Do you currently have (or have had within the past 12 months) a bone, joint, or soft tissue (muscle, ligament, or tendon) problem that could be made worse by becoming more physically active? Please answer NO if you had a problem in the past, but it does not limit your current ability to be physically active. PLEASE LIST CONDITION(S) HERE: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Has your doctor ever said that you should only do medically supervised physical activity?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 **If you answered NO to all of the questions above, you are cleared for physical activity. Please sign the PARTICIPANT DECLARATION. You do not need to complete Pages 2 and 3.**

-  Start becoming much more physically active – start slowly and build up gradually.
-  Follow Global Physical Activity Guidelines for your age (<https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>).
-  You may take part in a health and fitness appraisal.
-  If you are over the age of 45 yr and NOT accustomed to regular vigorous to maximal effort exercise, consult a qualified exercise professional before engaging in this intensity of exercise.
-  If you have any further questions, contact a qualified exercise professional.

#### PARTICIPANT DECLARATION

If you are less than the legal age required for consent or require the assent of a care provider, your parent, guardian or care provider must also sign this form.

I, the undersigned, have read, understood to my full satisfaction and completed this questionnaire. I acknowledge that this physical activity clearance is valid for a maximum of 12 months from the date it is completed and becomes invalid if my condition changes. I also acknowledge that the community/fitness center may retain a copy of this form for its records. In these instances, it will maintain the confidentiality of the same, complying with applicable law.




NAME \_\_\_\_\_ DATE \_\_\_\_\_

SIGNATURE \_\_\_\_\_ WITNESS \_\_\_\_\_

SIGNATURE OF PARENT/GUARDIAN/CARE PROVIDER \_\_\_\_\_

 **If you answered YES to one or more of the questions above, COMPLETE PAGES 2 AND 3.**

#### Delay becoming more active if:

-  You have a temporary illness such as a cold or fever; it is best to wait until you feel better.
-  You are pregnant - talk to your health care practitioner, your physician, a qualified exercise professional, and/or complete the ePARmed-X+ at [www.eparmedx.com](http://www.eparmedx.com) before becoming more physically active.
-  Your health changes - answer the questions on Pages 2 and 3 of this document and/or talk to your doctor or a qualified exercise professional before continuing with any physical activity program.

### Příloha 3 *Informovaný souhlas*

#### **Informovaný souhlas**

Vážený pane, dovoluji si Vás oslovit a nabídnout Vám účast na výzkumném projektu, který je praktickou částí bakalářské práce „Vliv užití sacharidového roztoku metodou „mouth rinse“ na vytrvalostní výkon“, jejímž autorem je Mgr. Jan Stuparič – student 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy oboru Nutriční terapeut.

Cílem této práce je zjistit a ověřit, zda může vypláchnutí úst sacharidovým roztok neboli carbohydrate mouth rinse (CMR) pozitivně ovlivnit běžecský vytrvalostní výkon.

Všechny formy měření jsou neinvazivní a veškerá sebraná data budou zveřejněna anonymně.

**Pan (jméno a příjmení)** .....

- Souhlasí s účastí na výzkumném projektu v rámci bakalářské práce „Vliv užití sacharidového roztoku metodou „mouth rinse“ na vytrvalostní výkon“.
- Souhlasí se zveřejněním dat a výsledků měření, které byly sebrány pro účely výzkumného projektu. (Data budou prezentována anonymní formou)
- Byl detailně a srozumitelně seznámen s průběhem výzkumného projektu a s metodami měření. Veškeré dotazy mu byly dostatečně a srozumitelně vysvětleny.

V Praze dne .....

Podpis .....



**Příloha 4** *Garmin Forerunner 745*





**Příloha 5** *Garmin HRM TRI*



**Příloha 6** *Feeling Scale*

<b>FEELING SCALE</b>	
<b>+5</b>	<b>Very Good</b>
<b>+4</b>	
<b>+3</b>	<b>Good</b>
<b>+2</b>	
<b>+1</b>	<b>Fairly Good</b>
<b>0</b>	<b>Neutral</b>
<b>-1</b>	<b>Fairly Bad</b>
<b>-2</b>	
<b>-3</b>	<b>Bad</b>
<b>-4</b>	
<b>-5</b>	<b>Very Bad</b>

Zdroj: ResearchGate GmbH (n.d.)



## Příloha 7 Maltodextrin (GymBeam)



## Příloha 8 Tabulka záznamu měření

Datum měření	/		FS (bez CMR)	FS (CMR)
Jméno		10. min		
Věk		20. min		
Výška		30. min		
Hmotnost				
Počet kol	bez CMR	CMR		
Poznámky				



**Příloha 9 Záznam TF při testu s CMR – proband č. 6**

