

Srovnání vlivu sportovního nápoje s elektrolyty a běžně dostupného sacharidového nápoje na spalování tuku během tréninku na cyklotrenažeru ve střední intenzitě

ÚVOD

Positivní vliv zvýšeného příjmu sacharidů (CHO) na zlepšení vytrvalosti je znám již dlouho. Pomáhá oddálit únavu nebo zlepšit výkon při fixní vzdálenosti/objemu práce (např. Coyle et al 1983,1986; Coggan and Coyle 1988; Hargreaves et al., 1984; Below et al., 1995; Jeukendrup et al., 1997; Jeukendrup, 2004; Currell and Jeukendrup, 2008). Tohoto zlepšení vytrvalosti a výkonnosti je dosaženo díky udržení euglykémie a vysoké intramuskulární oxidaci sacharidů v pozdějších fázích výkonu, kdy začínají docházet endogenní zásoby sacharidů. (např. Coyle et al., 1986; Coggan and Coyle 1988; Jentjens et al., 2004; Jeukendrup, 2004).

Navzdory významnému ergogennímu účinku suplementace sacharidů, není jejich užívání vždy vhodné. Konzumace vyššího množství sacharidů je spojena s potlačením oxidace tuků, čímž se sníží jejich podíl na celkovém energetickém výdeji (např. Wagenmakers et al., 1993; Horowitz et al., 1997; Jentjens et al, 2004, 2006; Rowlands et al., 2005; Jeukendrup et al., 2006; Wallis et al., 2005; Currell and Jeukendrup, 2008). Na druhou stranu, trénink s nízkou hladinou svalového glykogenu (ke které může dojít při dlouhém tréninku nebo při vysoké tréninkové frekvenci bez doplňování sacharidů) bývá doporučován ke zvýšení oxidace tuků, pravděpodobně díky zlepšené metabolické adaptaci v kosterním svalstvu (např. Yeo et al., 2008; Hulston et al.,2010). Zvýšená spotřeba tuků a nižší potřeba sacharidů, nutných pro dosažení požadovaného energetického příjmu, mohou být velmi důležité pro vytrvalostní výkonnost. Navíc zvýšená konzumace sacharidů není vhodná pro ty, kteří se snaží hubnout a trénink je pro ně prostředkem ke spálení energie, především tuku.

Sportovní nápoje neobsahují pouze sacharidy. Některé obsahují také elektrolyty (např. sodík, draslík apod.), které zlepšují příjem tekutin a nahrazují elektrolyty vyplavené potem (tím zabraňují svalovým křečím a hyponatrémii). Proto nahrazení sportovního nápoje obsahujícího sacharidy a elektrolyty čistou vodou z důvodu zvýšení oxidace tuků není vhodnou alternativou, protože bude docházet ke ztrátě elektrolytů. Vhodnou alternativou pro ty, kteří chtějí trénovat bez doplňování sacharidů (např. protože dodržují strategii "train low, compete high" nebo chtějí podpořit spalování tuků), ale stále během cvičení doplňovat ztracené elektrolyty, je sportovní nápoj, který obsahuje elektrolyty a žádné (nebo zanedbatelné množství) sacharidy.

Zatímco při nahrazení sacharidového nápoje čistou vodou byl prokázán nárůst oxidace tuků, vliv nahrazení sacharidového nápoje nápojem s elektrolyty (pro zlepšení příjmu tekutin a nahrazení základních elektrolytů) na úroveň oxidace tuků musel být ještě prozkoumán. Cílem této studie tak bylo zjištění vlivu nahrazení sportovního nápoje s obsahem sacharidů nápojem s elektrolyty (obsahujícího zanedbatelné množství sacharidů) na úroveň oxidace tuků. Hypotéza předpokládala, že užívání sportovního nápoje s elektrolyty oproti nápoji se sacharidy výrazně zvýší úroveň oxidace tuků.

METODY

Účastníci

Studie, která se konala na University of Glasgow, se po předložení písemného informovaného souhlasu dobrovolně zúčastnilo 22 zdravých, rekreačně sportujících mužů (průměr \pm standardní odchylka (SD), věk $32 \pm 8,5$ roku; výška $178,5 \pm 7,3$ cm; hmotnost $79,8 \pm 8,6$ kg). Po seznámení s vybavením a postupy každý z účastníků alespoň čtyřikrát navštívil laboratoř ve stejnou dobu (± 1 hodina) v po sobě nenavazujících dnech. Účastníci měli za úkol se během testovacího období stravovat jako obvykle a do laboratoře dorazit odpočatí (žádné namáhavé cvičení v předchozích 24 hodinách) a na lačno (ve 12 hodinách před testem nekonzumovat nic kromě vody).

Protokol 1: Test s rostoucí zátěží

Test s rostoucí zátěží ($25W \cdot \text{min}^{-1}$) byl prováděn na počítačem řízeném, elektromagneticky brzděném cyklotrenažeru (Excalibur Sport, Lode, Groningen, NL) až na hranici tolerance. Během tohoto testu byly odebírány hodnoty vdechovaného a vydechovaného objemu a koncentrace plynů, které umožňovaly online výpočet ventilačních proměnných při každém nádechu a výdechu. Před každým testem byly plynové analyzátoři kalibrovány přesně analyzovanou směsí plynů a okolním vzduchem, aby pokryly různé koncentrace naměřené během cvičení.

Tento test umožnil stanovit hodnotu laktátového prahu (LT), díky použití standardního měření výměny vdechovaného a vydechovaného vzduchu (Whipp et al, 1986) a hodnotu maximálního využití kyslíku ($VO_2 \text{ max}$). Během testu byli účastníci verbálně povzbuzováni.

Protokol 2: Test při konstantní zátěži pod laktátovým prahem

Každý účastník absolvoval dva testy při konstantní zátěži odpovídající 90 % laktátového prahu (střední intenzita) na standardním silničním kole namontovaném na počítačem řízený trenážer (Computrainer, Racermate, WA, USA). Po úvodních 10 minutách na zahřátí a kalibraci trenážeru účastníci jeli na kole 60 minut při konstantní rychlosti na stejném převodu.

15 minut před jízdou bylo účastníkům podáno 250 ml nápoje a během 60 minut jízdy dostali další 1 litr stejného nápoje (CHO:66.6g CHO, 0.64g Na⁺, 34mg Mg²⁺; vše v l.-1 nebo ELEC 4g CHO, 0.5g Na⁺, 120mg Mg²⁺; vše v l.-1) rozdělený do dávek po 250 ml v časech 0, 15, 30 a 45 minut. Navíc každých deset minut jízdy byly odebírány vzorky vydechovaného vzduchu pomocí Douglasova vaku pro určení VO_2 a VCO_2 , na základě kterých se pomocí nepřímé kalorimetrie stanovuje energetický výdej (EE) a oxidace tuků a sacharidů (CHO). Ke stanovení těchto hodnot se používají rovnice popsané Fraynem v roce 1983:

$$\text{Úroveň oxidace tuků (g} \cdot \text{min}^{-1}\text{)} = (\text{VO}_2 \text{ [l]} - \text{VCO}_2 \text{ [l]}) / 0.57$$

$$\text{Úroveň oxidace sacharidů (g} \cdot \text{min}^{-1}\text{)} = (1.40 * \text{VCO}_2 \text{ [l]} - \text{VO}_2 \text{ [l]}) / 0.30$$

$$\text{Energetický výdej (kJ} \cdot \text{min}^{-1}\text{)} = (\text{Rate of CHO oxidation} * 15.6) / (\text{Rate of fat oxidation} * 39)$$

Statistiky

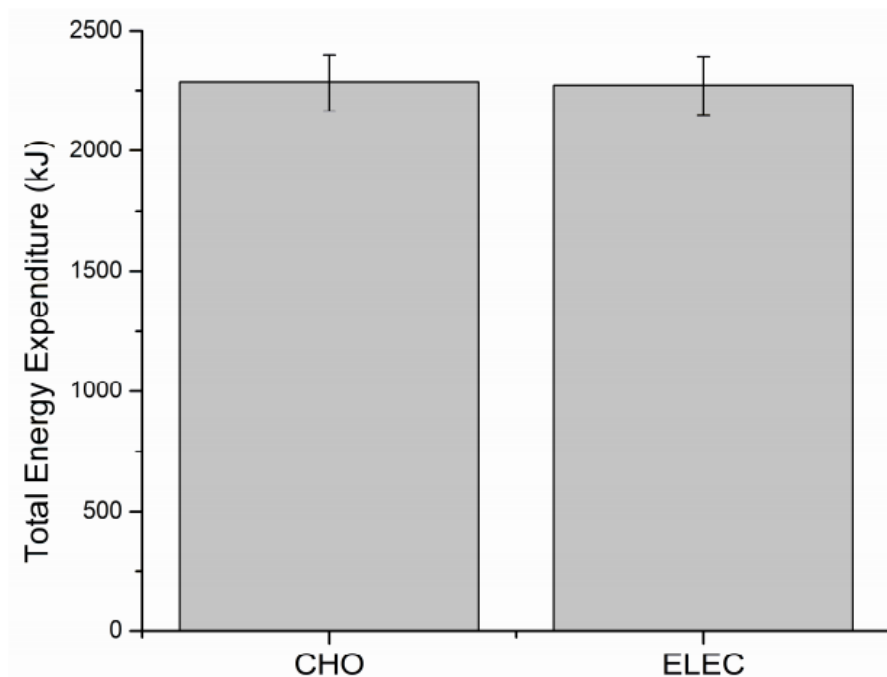
K zaznamenání rozdílů mezi energetickým výdejem a oxidací tuků a sacharidů u jednotlivých nápojů (sacharidový nápoj, nápoj s elektrolyty) byl použit párový Studentův t-test. Pokud není uvedeno jinak,

data jsou udávána jako průměrné hodnoty ± statistická odchylka. Data byla považována za statisticky významná v případě, že $P > 0.05$.

VÝSLEDKY

Test s rostoucí zátěží: při tomto testu bylo naměřeno maximální VO_2 v hodnotách $4.14 \pm 0.14 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ ($52.3 \pm 1.8 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) a bylo jej dosaženo při výkonu $341 \pm 13 \text{ W}$. Laktátový práh se vyskytoval při $2.19 \pm 0.10 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, což je ekvivalent $52.7 \pm 1.4 \%$ maximálního VO_2 , což určilo hodnotu průměrného výkonu v následném testu při konstantní zátěži (90 % LT) na $113 \pm 8 \text{ W}$.

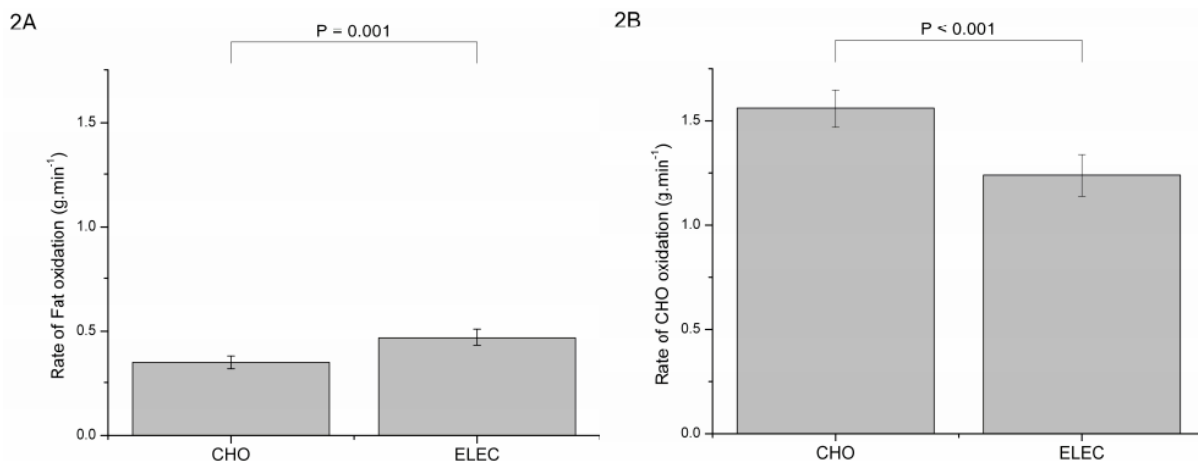
Test při konstantní zátěži pod laktátovým prahem: při jednotlivých testech nebyly zjištěny žádné výraznější rozdíly v celkovém energetickém výdeji (CHO: 2283.7 ± 115.8 vs. ELEC: $2269.4 \pm 121.8 \text{ kJ}$; Graf 1), ani energetickém výdeji za minutu (CHO: 38.1 ± 1.9 vs. ELEC: $37.8 \pm 2.0 \text{ kJ}\cdot\text{min}^{-1}$; $P = 0.727$).



Graf 1: Průměrný energetický výdej během testu s konstantní zátěží při konzumaci sacharidového nápoje (CHO) nebo nápoje s elektrolyty (ELEC).

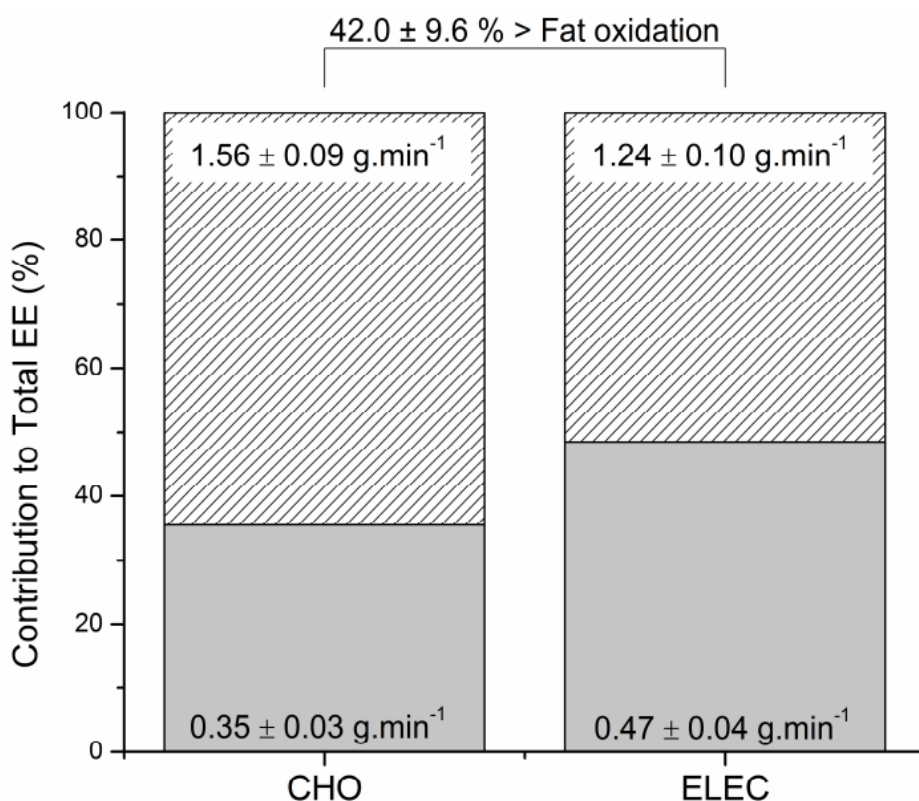
Přestože v energetickém výdeji nebyl zásadní rozdíl, konzumace nápoje s elektrolyty zvýšila úroveň spalování tuků (ELEC: $0.47 \pm 0.04 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$; $P = 0.001$; Graf 2A) a zároveň také celkové množství spáleného tuku (ELEC: $28.4 \pm 2.3 \text{ g}$) během cvičení, ve srovnání s konzumací nápoje se sacharidy (úroveň spalování: $0.35 \pm 0.03 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$; spálené množství: $21.2 \pm 2.0 \text{ g}$). Takže celkové množství spáleného tuku při konzumaci nápoje s elektrolyty během 60 minut cvičení bylo vyšší o $41.4 \pm 10.4\%$.

Vzhledem k tomu, že v obou případech byl srovnatelný energetický výdej, ale při konzumaci nápoje s elektrolyty došlo k výraznému zvýšení spalování tuků, došlo zároveň k výraznému snížení úrovně spalování sacharidů (CHO: $1.56 \pm 0.09 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ vs. ELEC: $1.24 \pm 0.10 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$; $P > 0.001$; Graf 2B). Celkové množství spálených sacharidů (CHO: $93.5 \pm 5.2 \text{ g}$ vs. ELEC: $74.4 \pm 6.2 \text{ g}$) tak bylo při konzumaci nápoje s elektrolyty nižší o $20.5 \pm 4.7\%$.



Graf 2A a 2B: Průměrná úroveň oxidace tuků (2A) a sacharidů (2B) během testu s konstantní zátěží při konzumaci sacharidového nápoje (CHO) nebo nápoje s elektrolyty (ELEC).

V důsledku zvýšené úrovně spalování tuků při konzumaci nápoje s elektrolyty (ve srovnání se sacharidovým nápojem) dochází ke zvýšení podílu spálených tuků (CHO: 35.5 ± 2.2 % vs. ELEC: 48.6 ± 3.2 %; $P < 0.001$) a snížení podílu spálených sacharidů (CHO: 64.5 ± 2.2 % vs. ELEC: 51.4 ± 3.2 %; $P < 0.001$; Graf 3) vzhledem k celkovému energetickému výdeji. Poměr spálených tuků vzhledem k celkovému energetickému výdeji při konzumaci nápoje s elektrolyty byl 42.0 ± 9.6 %.



Graf 3: Podíl sacharidů (CHO, pruhovaná část) a tuků (šedá část) na celkovém energetickém výdeji během testu s konstantní zátěží při konzumaci sacharidového nápoje (CHO) nebo nápoje s elektrolyty (ELEC).

ZÁVĚR

Výsledky této studie ukazují, že nahrazení sacharidového nápoje sportovním nápojem s elektrolyty a zanedbatelným množstvím sacharidů výrazně zvýšilo rychlost spalování tuků a současně s tím i celkové množství spáleného tuku během cvičení v průměru o 41 %. Tento

výsledek je v souladu s předchozími studiemi, při kterých došlo ke zvýšení rychlosti spalování tuků, když byl sacharidový nápoj nahrazen čistou vodou. Užívání nápoje s elektrolyty během cvičení má oproti čisté vodě zásadní přínos v tom, že zlepšuje celkovou hydrataci organismu a zároveň nahrazuje elektrolyty vyplavené potem.

REFERENCE

1. Below PR, Mora-Rodriguez R, Gonzalez-Alonso J, and Coyle EF. Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. *Med Sci Sports Exerc* 27: 200-210, 1995.
2. Coggan AR, and Coyle EF. Effect of carbohydrate feedings during high-intensity exercise. *J Appl Physiol* 65: 1703-1709, 1988.
3. Coyle EF, Coggan AR, Hemmert MK, and Ivy JL. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *J Appl Physiol* 61: 165- 172, 1986.
4. Coyle EF, Hagberg JM, Hurley BF, Martin WH, Ehsani AA, and Holloszy JO. Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue. *J Appl Physiol* 55: 230-235, 1983.
5. Currell K, and Jeukendrup AE. Superior endurance performance with ingestion of multiple transportable carbohydrates. *Med Sci Sports Exerc* 40: 275-281, 2008.
6. Frayn KN. Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. *J Appl Physiol* 55: 628-634, 1983.
7. Hargreaves M, Costill DL, Coggan A, Fink WJ, and Nishibata I. Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 16: 219-222, 1984.
8. Horowitz JF, Mora-Rodriguez R, Byerley LO, and Coyle EF. Lipolytic suppression following carbohydrate ingestion limits fat oxidation during exercise. *Am J Physiol* 273: E768-775, 1997.
9. Hulston CJ, Venables MC, Mann CH, Martin C, Philp A, Baar K, and Jeukendrup AE. Training with Low Muscle Glycogen Enhances Fat Metabolism in Well-Trained Cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, 2010.
10. Jentjens RL, Moseley L, Waring RH, Harding LK, and Jeukendrup AE. Oxidation of combined ingestion of glucose and fructose during exercise. *J Appl Physiol* 96: 1277-1284, 2004.
11. Jentjens RL, Underwood K, Achten J, Currell K, Mann CH, and Jeukendrup AE. Exogenous carbohydrate oxidation rates are elevated after combined ingestion of glucose and fructose during exercise in the heat. *J Appl Physiol* 100: 807-816, 2006.
12. Jeukendrup A, Brouns F, Wagenmakers AJ, and Saris WH. Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance. *Int J Sports Med* 18: 125-129, 1997.
13. Jeukendrup AE. Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition* 20: 669-677, 2004.
14. Jeukendrup AE, Moseley L, Mainwaring GI, Samuels S, Perry S, and Mann CH. Exogenous carbohydrate oxidation during ultraendurance exercise. *J Appl Physiol* 100: 1134-1141, 2006.
15. Rowlands DS, Wallis GA, Shaw C, Jentjens RL, and Jeukendrup AE. Glucose polymer molecular weight does not affect exogenous carbohydrate oxidation. *Med Sci Sports Exerc* 37: 1510-1516, 2005.
16. Wagenmakers AJ, Brouns F, Saris WH, and Halliday D. Oxidation rates of orally ingested carbohydrates during prolonged exercise in men. *J Appl Physiol* 75: 2774- 2780, 1993.
17. Wallis GA, Rowlands DS, Shaw C, Jentjens RL, and Jeukendrup AE. Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and fructose during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 37: 426-432, 2005.
18. Whipp BJ, Ward SA, and Wasserman K. Respiratory markers of the anaerobic threshold. *Adv Cardiol* 35: 47-64, 1986.
19. Yeo WK, Paton CD, Garnham AP, Burke LM, Carey AL, and Hawley JA. Skeletal muscle adaptation and performance responses to once a day versus twice every second day endurance training regimens. *J Appl Physiol* 105: 1462-1470, 2008.