



**Výživa
ve
vytrvalostním sportu**

Vytrvalostní výkon

- rychlostní (krátko- a střednědobá do 10 min.)
 - Závisí na množství glykogenu
- dlouhodobý (trvajících až několik hodin)
 - Úhrada energie z aerobních procesů
 - Aktivace lipidového metabolismu
- Pohybová aktivita 20 - 30 min
- Čím déle, tím nižší intenzita a nižší energetická přeměna
- Rychlá chůze, běh, jízda na kole, běh na lyžích, veslování a jiné dynamické a cyklické činnosti

Energetika

- Metabolismus aerobní
- Prvních 20 - 30 min - sacharidy (sval. glu, krevní glu)
- Stoupá využití tuků
 - Faktory ovlivňující využití tuků:
 - Intenzita zátěže - max. 60% max. výkonu - netrénovaní
- 70 - 80% max. výkonu - trénovaní
 - Trénovaný jedinec (nižší hl. La) spaluje tuky dříve
 - Chlad => ↑ energ. výdej => vyšší podíl tuků jako zdroje energie
 - 60 - 70 % VO_{2max} = 40 % E tuky
 - 40 - 60 % VO_{2max} = 80 - 90 % E tuky
 - Svaly spalují i nedokonale odbourané tuky - ketolátky (acetoacetát, beta-hydroxybutyrát, aceton)
- Aminokyseliny
 - Při 50ti% vyčerpání glykogenu - glukoneogeneze

Význam vytrvalostního tréninku

- Snižování hl. celkového cholesterolu
- Zvyšování HDL cholesterolu (prevence ICHS)
- Zvyšování citlivosti na inzulín => snížená produkce inzulínu (prevence DM a obezity)
- **Změny ve svalech**
 - Zvyšuje se objem mitochondrií a enzymatická kapacita aerobních enzymů pro oxidativní fosforylaci asi o 100 %
 - Zvyšuje se spotřeba kyslíku, kterou je schopno využít enzymatické uvolňování energie => ↑ výkonnosti
 - Zvyšuje se obsah myoglobinu ve svalech až o 80%
 - Zvyšuje se schopnost svalů využít tuk = zmnožení lipáz, uvolňující tuk => šetření glykogenu
 - Hypertrofie sval. vláken

Energetický výdej u vytrvalostních aktivit

■ Chůze

- Stoupá se zvyšující se rychlostí a hmotností
- Sestup - snížení výdeje asi o 25%
- Výstup - zvýšení výdeje asi o 25%
- V závislosti na terénu - tvrdý sníh 1,6 x, zorané pole 1,5 x, písek 1,8 x, hluboký, měkký sníh 3,0 x
- Každých 100 g zátěže na nohou =>↑ o 1%
- Chůze a běh do schodů - nejvyšší výdej energie

■ Sportovní chůze

- specifická vytrvalostní disciplína
- EV = rychlost 10 km/hod. 950 % násobek BM,
= rychlost 12 km/hod. 1300% násobek BM
= rychlost 13,5 km/hod. 1500% násobek BM
- EV bez ohledu rychlost 1,004 kJ/min/kg
- Poměr živin: 60% S : 20 - 25% T : 14 - 15% B
- Při třífázovém tréninku nutno dodat průměrně 300 kJ/kg

Energetický výdej u vytrvalostních aktivit

■ Cyklistika

- Vytrvalostní zatížení s vysokým aerobním zatížením
- Výhodný poměr BMI, nízké % tuku
- Energetický příjem 10 500 - 25 000 kJ (42 kJ/h./kg)
- Energetický výdej se zvyšuje s rychlostí jízdy, v závislosti na věku, pohlaví a hmotnosti
 - EV = 700 - 750 % náležitého BM u delšího silničního závodu
 - EV = 260 - 1760 % nál. BM u turistické cyklistiky
- EB vyvážená k udržení ideální tělesné hmotnosti
- Při takto vysokém EV je energie kryta z 70 - 90% tuky (intenzivní oxidace MK) u vytrvalců jsou jako zdroj energie využívány též sval. proteiny (hlavně BCAA)
- Příjem bílkovin 1,2 - 1,4 g/kg/den
- Poměr rostlinné: živočišné (ryby, drůbež) B 1:1
- Poměr živin: 10 - 15% B: 25 - 30% T: 55 - 60% S (krátkodobě až 70 - 80% pak je poměr 1:1:8)

Energetický výdej u vytrvalostních aktivit

■ Běh

- Kondiční
- Závodní (sprint, na střední a dlouhé tratě)

- Běh po rovině 1 kcal /1km/1kg bez ohledu na rychlost
- Odpor vzduchu => ↑ energ. výdeje o 3 - 9%
 - Běh proti silnému větru => ↑ energ. výdeje až o 40%

■ Potřeba živin:

- **Bílkoviny** až 1,8 g/kg u maratonců (hradí asi 5 - 10 % E), 1,2 - 1,4 g /kg vytrvalci
- **Sacharidy** 6 - 10 g/kg
- Poměr živin: 60%S : 15%B : 25% T

- **Energetický výdej** u běhů na dlouhé tratě 3000 - 6000 kcal (12 600 - 25 200 kJ), maratón 84 kJ/min.

Energetický výdej u vytrvalostních aktivit

■ Lyžování (běžky)

- Do 2 hodin hl. zdroj energie glykogen
- EV se ↑ s rychlostí, kvalitou sněhu a dle techniky běhu
- Oxidativní podíl energie až z 85 % u 5 km tratě, u lyž. Maratónů až 100%
- Rychlost 16 - 18 km/h = 15 x klidový metabolismus (1,38 kJ/min./kg)
- Objemově náročný trénink vyžaduje 20 - 25 000 kJ/dne
- U lyžařů deficit Fe, stop. prvků, vit. C

■ Biatlon (běh na lyžích + střelba)

- Energetická náročnost v tréninku 18 - 24 000 kJ/den
- Trénink zaměřený na rozvoj vytrvalostních schopností - ještě vyšší potřeba energie

Energetický výdej u vytrvalostních aktivit

- **Triatlon (plavání + cyklistika + běh)**
 - Krátký triatlon (1,5+40+10) 1 $\frac{3}{4}$ - 3 hod.
= 8 - 10 000 kJ
 - Střední triatlon (2,5+80+20)
= 15 000 kJ
 - Dlouhý triatlon (3,8+180+42) 8 a více hod.
= až 40 000 kJ (4000, 16500, 11000)
 - V tréninku - 20 000 kJ
 - Příjem energie během výkonu: 1500 - 1700 kJ/hod.
 - Zdroje energie:
 - 60% zásobní tuk, 10% sval. glykogen, 20 % krevní glukóza, 10% bílkoviny
 - Pozor na hypotermii (plavání), poruchy termoregulace a hypertermii (běh, cyklistika), hypoglykémie (doplňovat sacharidy), dehydratace
 - Ztráty tekutin až 3,5 l/hod.

Energetický výdej u vytrvalostních aktivit

■ Plavání

- 4 x energeticky náročnější než běh na stejnou vzdálenost (odpor vody)
- srovnání energetické náročnosti jednotlivých stylů (sestupně): prsa, znak, kraul
- V chladné vodě ↑ ztráta tepla (až 30x) = ↑ potřeba energie
- ↑% tuku u žen - výhoda při plavání = ↓ výdej energie až o 30 % na dlouhé vzdálenosti

Energetický výdej u vytrvalostních aktivit

- **Kanoistika (silově-vytrvalostní)**
 - Rychlostní (krátké, dlouhé tratě, vytrvalostní závody)
 - Na divoké vodě
 - Energetická náročnost:
 - Období přípravy: 23 - 25 000 kJ
 - Podíl živin: 17% B:30% T:53%S
 - Závodní období: ↓ B, ↑S
 - Vytrvalostní trénink: až 60% S
- **Veslování (silově-vytrvalostní)**
 - Tréninky 2 - 3 hodiny denně 2 x týdně
 - Výdej energie: 25- 29 000 kJ muži
21 -25 000 kJ ženy
 - Poměr živin: 56% S: 27% T: 17% B
 - U juniorů zvýšit příjem B (lehce převažují živočišné B)

Příklady energetického výdeje u vytrvalostních aktivit

Sportovní aktivita	kJ/kg.min	kcal/kg.min
Chůze rychlostí 5.0 km/h po rovině	0,291	0,070
v mírně zvlněném terénu	0,304	0,073
ve zvlněném terénu	0,322	0,077
v kopcovitém terénu	0,353	0,084
Běh rychlostí 10 km/h po rovině	0,728	0,174
v mírně zvlněném terénu	0,737	0,176
ve zvlněném terénu	0,749	0,179
Turistika (horská)	0,620	0,149
jízda na kole rychlost 17 km/h	0,397	0,09
rychlost 1,2 km/h (kraul- trén.)	0,314	0,075
rychlost 3.0 km/h (kraul-trén.)	0,895	0,214
Běžky (lehký sníh - volné tempo)	0,463	0,111
Běžky (těžký sníh - chůze)	0,499	0,119
Kanoistika (volné pádlování)	0,285	0,068
Kanoistika (rychlejší pádlování)	0,527	0,126
Bruslení (volné tempo)	0,385	0,092

Doporučený příjem sacharidů dle zátěže

Úroveň tréninku	Množství sacharidů
Cvičení o nízké či mírné intenzitě, denně, < 1 hod.	5 - 7 g/kg/d
Vytrvalostní sportovci, mírná až střední intenzita denně, 1 - 3 hod.	7 - 10 g/kg/d
Extrémní zátěž (např. Tour de France), > 4 - 5 hod.	10 - 12 g/kg/d
Energie pro optimální hladinu glykogenu (po cvičení, navýšení glykogenu před zátěží)	7 - 10 g/kg/d

Příjem sacharidů před, při a po zátěži

Časové období	Množství sacharidů
1 - 4 hodiny před tréninkem	1 - 4 g/kg 200 - 350 g sacharidů pro maximalizaci glykogenových zásob na počátku cvičení a pro zlepšení výkonu
30 - 60 minut před tréninkem	50 - 75 g sacharidů (1 - 2 g/kg)
< 5 minut před tréninkem	50 g (méně pro ženy) může zlepšit výkon bez přeplnění žaludku
Během tréninku	0,5 - 1 g/kg/h Vytrvalostní cvičení - 30 - 60 g sacharidů/hod. na udržení stálé hladiny glykémie
	Pití 600 - 1200 ml 6 - 8% sacharidových nápojů/hod.
Po tréninku	K doplnění vyčerpaných glykogenových zásob zkonzumovat 1,2 - 1,5 g sacharidů/kg během prvních 30 minut a každé 2 hodiny po dobu nejméně 4 - 6 hodin 2. večeře bohatá na sacharidy (polysacharidy) může být prospěšná při regeneraci kratší než 1 den

Výživa před závodem

- Jídlo před závodem může zvyšovat zásoby glykogenu, zároveň slouží jako zdroj energie a pro udržování glykémie
- 2 hod. před - lehce stravitelné sacharidové jídlo, málo B a T
 - Aby byl žaludek a střeva v době výkonu prázdná
 - Lze lehce stravitelné energetické gely
- Supplementace BCAA, 60 min. před výkonem
- Těsně před závodem: vyhnout se jednoduchým cukrům
!!!!

Výživa při závodu

- 30 - 60 g S/hod.
- Pravidelně doplňovat každých 15 - 20 minut
- Přijímat malé množství jídla dříve než se objeví pocit hladu či žízně
- Kompenzovat pocit hladu – příjem S (lehce stravitelná jídla, která se nemusí moc žvýkat – ovoce, pekárenské výrobky, jablk. koláč., rýžová kaše, sušené ovoce, energetické gely, tyčinky sacharidové....)
- Jídlo lze kompletně nahradit nápoji (směsi S, B, T - 40:30:30) či gely (Gatorade - ReLode) v kombinaci s hypot. nápoji
- **Tekutiny**
 - Každých 15 - 20 minut 125 - 250 ml tekutin
 - 600 - 1200 ml/hod. 6 - 8 % sport. nápoje
 - Druh tekutin: v závislosti na délce výkonu
 - Do 60ti min. voda
 - Nad 90 min. hypotonické sportovní nápoje
 - Popř. doma vyrobené nápoje (500 ml čaje , 1 lžička citr. šťávy, 40 - 60 g hroznového cukru, 1 - 3 g mořské soli)

Výživa po závodu

- Nejdříve doplnit tekutiny, pak energii
- Tekutiny
 - Doplnit tekutiny + minerály (Na, Cl, K)
 - Koncentrace S může být vyšší než 12 %
 - Ředěné džusy, ovoce s vysokým obsahem vody, voda
 - Speciální sportovní nápoje - izotonické
 - Množství dle ztráty hmotnosti
- Energie
 - 1,0 - 1,5 g sacharidů/kg každé 2 hodiny (dohromady 6 - 8 hodin)
 - První 2 hodiny potraviny s vysokým GI (100g S)
- Poměr S:B = 3g:1g
- Vhodné jsou dvě večeře (v rozmezí 1 - 2 hod.),
 - První bohatá na bílkoviny
 - Druhá bohatá na polysacharidy

Problémy s trávením

- 30 - 50 % vytrvalostních sportovců reagují na jídlo podané před a během tréninku nepříjemnými reakcemi GIT
 - Žaludek a horní část GIT (pálení žáhy, zvracení, nadýmání, těžký žaludek, bolesti žaludku)
 - Střevo a dolní část GIT (plynatost, střevní křeče, nucení na stolicí, průjem)

Možná rizika vytrvalostních sportovců ve vztahu k výživě

■ Ženy vytrvalkyně

- Nedostatek energie, stress, nedostatek Fe, nízké % tuku => amenorhea
- Amenorhea bývá spojena s nízkou kostní denzitou (brzká osteoporóza) a rizikem zlomeniny

■ Běh na dlouhé tratě

- To stejné
- Prevence:
 - dostatek Ca až 1500 mg/denně (potraviny + suplementa)
 - Vyhnout se nadměrné konzumaci P (zvýšené ztráty Ca močí)
 - Dostatek tekutin a energie ze sacharidů (prevence produkce kortisolu)
 - Vyvarovat se přetrénování (amenorhea)

■ Triatlon a cyklistika

- Dehydratace
- Nedostatek energie (1 - 1,5 g S/kg/hod. během výkonu)
- Riziko přetrénování

■ Plavání na dlouhé vzdálenosti

- Nižší kostní denzita (nedostatečná zátěž kostí ve vodě a nedostatek vit D)
 - Prevence: dostatek Ca 1500 mg a vit. D (strava + suplementa)
- Dehydratace
- Pozor na dostatek energie

Doporučovaný příjem tekutin před, po a v průběhu triatlonu (Miletín, Havrda, 1995)

Trvání závodu	příjem tekutin před výkonem (ml)	příjem tekutin během výkonu (ml)	příjem tekutin po výkonu
do 30ti minut	-	-	
30 min – 1 hod.	300 - 500 ml 6 - 10 % sacharidů	voda či nápoj s nízkým obsahem sacharidů v množství odpovídajícím polovině ztrát tekutin potem	nápoje s obsahem S 6 – 10%, Na ⁺ 30 – 40 mmol/l (690 - 920 mg/l), K ⁺ 3 - 8 mmol/l (120 – 320 mg/l), množství odpovídající nejméně 50 g S a polovině ztráty těl. tekutin
1 - 3 hod.	300 - 500 ml vody či nápoje bez sacharidů	800 - 1600 ml/hod., obsah S do 8 %, Na ⁺ 10 – 20 mmol/l (230 - 460 mg/l)	
více než 3 hod.	300 - 500 ml vody či nápoje bez sacharidů	500 - 1000 ml/hod., obsah S do 8 % Na ⁺ 20 – 30 mmol/l (460 - 690 mg/l)	

7 denní tréninkový plán pro sacharidovou superkompenzaci (vytrvalostní trénink mírné až střední intenzity)

Čas před soutěží	trvání a intenzita tréninku	množství sacharidů
šestý den	90 min. při 70-75% VO_2 max	50% energie (4-5g/kg)
pátý den	40 min. při 70-75% VO_2 max	50% energie (4-5g/kg)
čtvrtý den	40 min. při 70-75% VO_2 max	50% energie (4-5g/kg)
třetí den	20 min. při 70-75% VO_2 max	70% energie (10g/kg), tekutiny
druhý den	20 min. při 70-75% VO_2 max	70% energie (10g/kg), tekutiny
jeden den	odpočinek	70% energie (10g/kg), tekutiny
den soutěže	odpočinek před soutěží	2-3 hod. před výkonem na sacharidy bohaté jídlo, 15-30 minut před výkonem také + tekutiny

Příjem energie u vytrvalostních sportovců

- Sacharidy
 - 6 - 8 g/kg (až 10 g/kg)
 - 4 cesty jak zvýšit příjem sacharidů
 - Jíst jídla bohatá na sacharidy
 - Využívat sacharidové okno po tréninku
 - Sacharidová superkompenzace
 - Konzumovat sportovní nápoje a jídla bohatá na sacharidy během cvičení

Tipy jak zvýšit příjem sacharidů ve stravě

- Jídla i svačiny založeny na vysokém obsahu sacharidů, nízkém obsahu tuků
- Jídla, která by měla zabírat polovinu míst na talíři
 - Celozrnné pečivo, snídaňové cereálie
 - Rýže, těstoviny
 - Čerstvé ovoce, ovocné džusy, sušené ovoce, kompoty
 - Škrobovitá zelenina - brambory, kukuřice
 - Luštěniny - sója, fazole, čočka
 - Slazené (ochucené) mléčné výrobky
- Cukr a výrobky (džem, med, sladkosti) - užitečné při vysokoenergetické stravě
- Nápoje bohaté na sacharidy (ovocné džusy, slazené nápoje, mléčné ochucené výrobky, sportovní nápoje, gely)
- Zvýšit počet jídel a svačin během dne, nezvětšovat porce
- Jídla s vysokým GI - hodně energie, před závodem
- Jíst sacharidová jídla před, během i po tréninku, závodu
- Číst etikety - sledovat obsah sacharidů

Jídla s vysokým obsahem sacharidů a nízkým obsahem tuků vhodná před tréninkem/závodem

- Snídaňové cereálie s nízkotučným jogurtem
- Müsli tyčinky, sušenky s džusem
- Palačinky s džemem
- Toast s džemem
- Čerstvé ovoce, ovocné saláty
- Těstoviny s rajčatovou omáčkou
- Rýže s nízkotučnou omáčkou
- Pečené brambory
- Ovocno - mléčné koktejly
- Rýžová kaše, rýžový nákyp s ovocem
- Sportovní sacharidové tyčinky

Zdroje sacharidů vhodných po výkonu

75 gramů sacharidů

1000 - 1200 ml sportovního nápoje

2 sacharidové gely + 250 - 300 ml sportovního nápoje

750 ml ovocného džusu nebo slazeného nápoje

300 - 500 ml sacharidového gaineru

65 g čokolády či tyčinky + 375 ml slazeného nápoje

100 - 120 g sladkostí, bonbónů, želé

3 půl krajíce chleba s džemem či medem + větší banán

3 musli tyčinky

Talíř polévky + rohlík + jablko

1,5 sportovních sacharidových tyčinek (á 60 g)

2 koláče, buchty + 400 ml ovocného džusu

250 g brambor + 250 ml slazeného nápoje

150 g palačinek (asi 3 kusy) + 50 g džemu

Zdroje sacharidů vhodných po výkonu

75 gramů sacharidů + bílkoviny (> 10 g) +
mikronutrienty

350 - 500 ml mléčného koktejlu

1,5 sportovní tyčinky (á 60 g)

80 g snídaňových cereálií s mlékem + 200 g ovocného jogurtu

350 g luštěnin + 3 půlkrajíce chleba

Velká bageta se šunkou a sýrem + větší banán

2 šálky ovocného salátu + 300 g ovocného jogurtu

2 rohlíky s marmeládou + 300 ml ochuceného mléka

250 g brambor s tvarohem + 2 musli tyčinky

300 g pizzy se šunkou/kuřecím masem a zeleninou

Příklad stravy po náročném vytrvalostním výkonu v dopol. hodinách

■ Oběd

- 90 min. po závodu, předtím dostatek tekutin
- Polévka- kuřecí, krůtí vývar s těstovinou a zeleninou
- Čtvrt kuřete s rýží, míchaný zeleninový salát
- 0,7 l jabl. džusu (ředěn 1:1 s minerálkou)

■ 30 min. po obědě

- Palačinky s džemem či komp. Ovocem

■ Svačina

- 2 hod. po palačinkách
- Ovoce, musli, nápoj

■ 1. večeře

- 3 hod. po svačině, alespoň 2 hod. před spaním
- Ryba 150 g, zapečené brambory, duš. Zelenina
- Rýžový nákyp s bílk. sněhem a tvarohem, ovocem
- Neslazený nápoj

■ 2. večeře

- Těsně před spaním
- Mléčný koktejl s maltodextriny

Příklad snídaně před vytrvalostním výkonem

- Bílé netučné pečivo, pomazánkové máslo, krutí šunka
- Musli s mlékem

Příklad obědu před vytrvalostním výkonem

- Kuřecí vývar + zelenina (mrkev, petržel, celer) + ov. vločky
- Dušené kuře s rýží

Příklad stravy den po vyčerpávajícím vytrvalostním výkonu

■ Snídaně

- 30 g šunky, 30 g sýra + 2 ks pečiva
- Ovesná kaše s kakaem, bez másla, kompot
- Čaj s medem a citrónem

■ Svačina

- Netučný jogurt s muslí a ovocem

■ Oběd

- Polévka zeleninová s noky,
- Špagety se sýrem a kečupem, zeleninový salát
- Puding s ovocem, nápoj

■ Svačina

- Sladké pečivo (buchta, závin)
- Ne příliš sladký nápoj

■ 1. večeře

- Kuře, duš. rýže, zel.sSalát
- Tvaroh s čokoládou

■ 2. večeře

- Ovocný salát s ořechy, hrozinkami
- Vysokoenergetický nápoj

Strava s vysokým obsahem proteinů versus strava s vysokým obsahem sacharidů a její vliv na výkonnost cyklistů

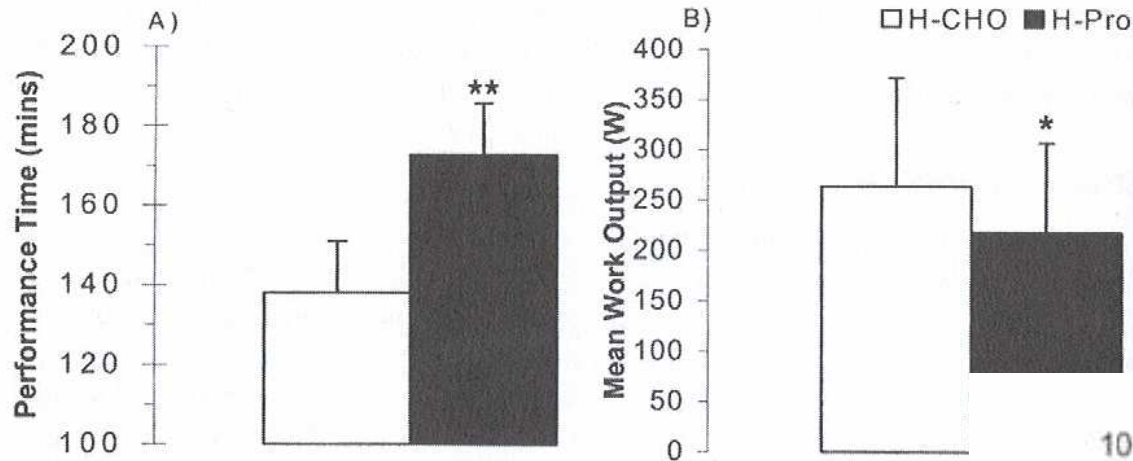


Figure 1—Mean \pm standard deviation ($n = 7$) for (A) Total time (min) and power (W) for the total workload of the performance trials. * significant difference from H-CHO ($P < 0.05$); ** significant difference from H-CHO ($P < 0.01$).

*Macdermid PW,
Stannard SR, 2006,
IJSNEM*

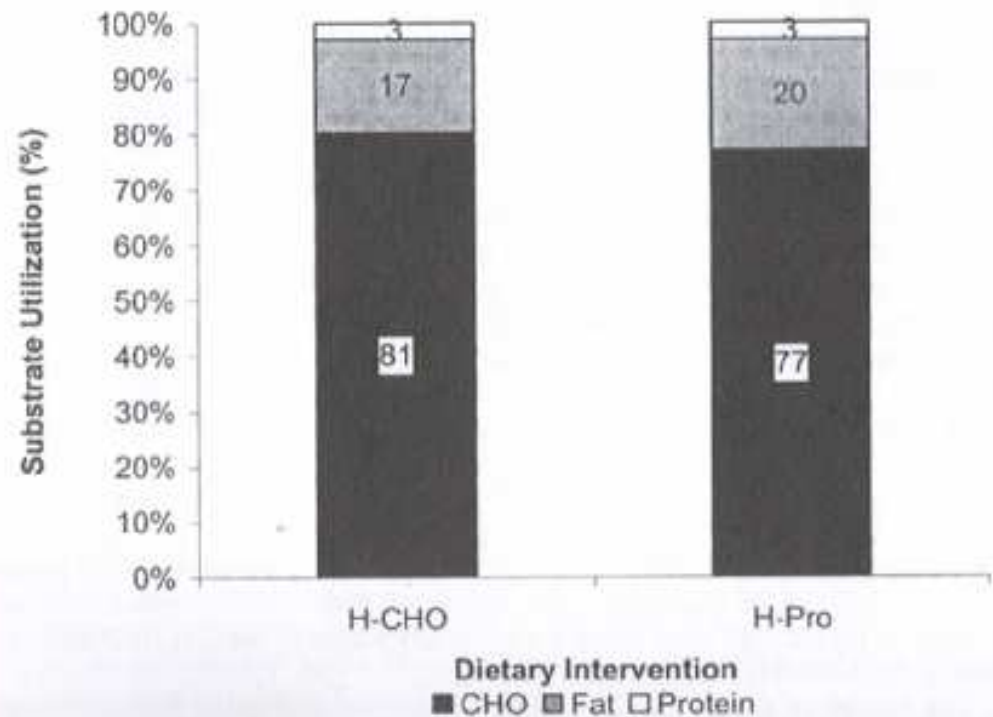


Figure 4—Mean ($n = 6$) substrate oxidation rates following a 7-d H-CHO or 7-d H-Pro diet for the total work period

Vliv jídla s nízkým GI před cvičením na zlepšení vytrvalostní kapacity vytrvalců (Wu Ch, Williams C, 2006, IJSNEM)

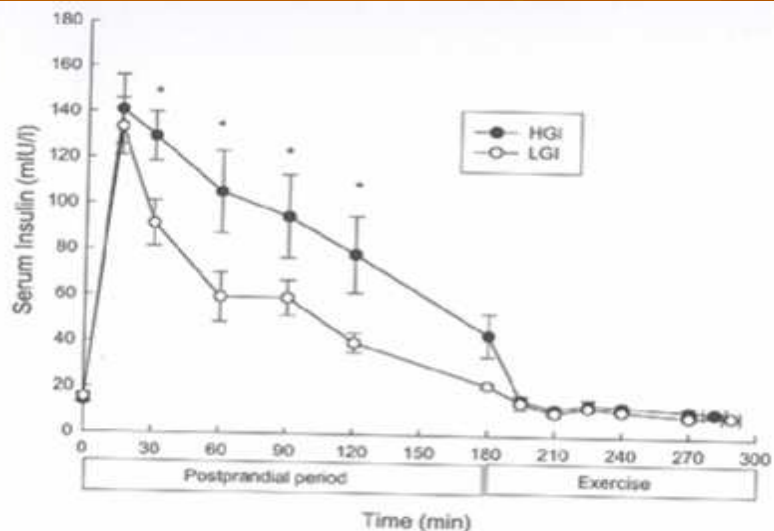


Figure 3 — Serum insulin concentration (mIU/L) during the HGI (●) and LGI (○) trials (mean ± standard error of the mean). * Significantly different from LGI, $P < 0.05$.

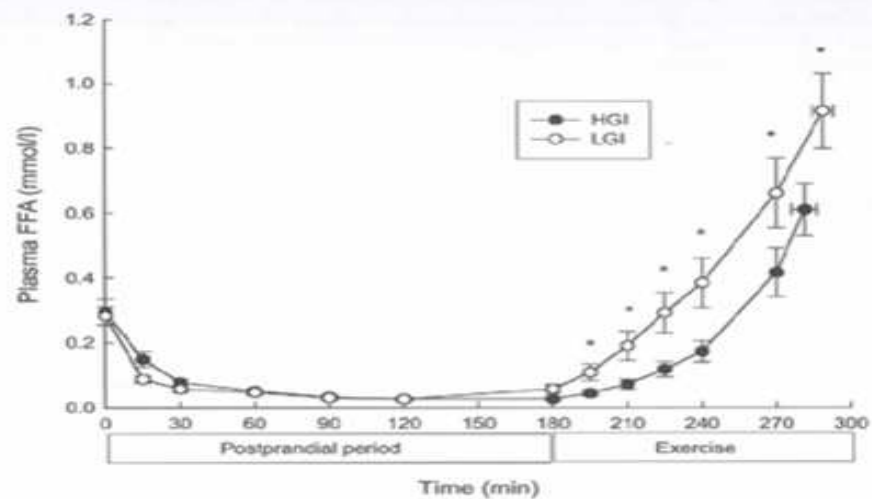


Figure 4 — Plasma FFA concentration during the HGI (●) and LGI (○) trials (mean ± standard error of the mean). * Significantly different from HGI, $P < 0.05$.

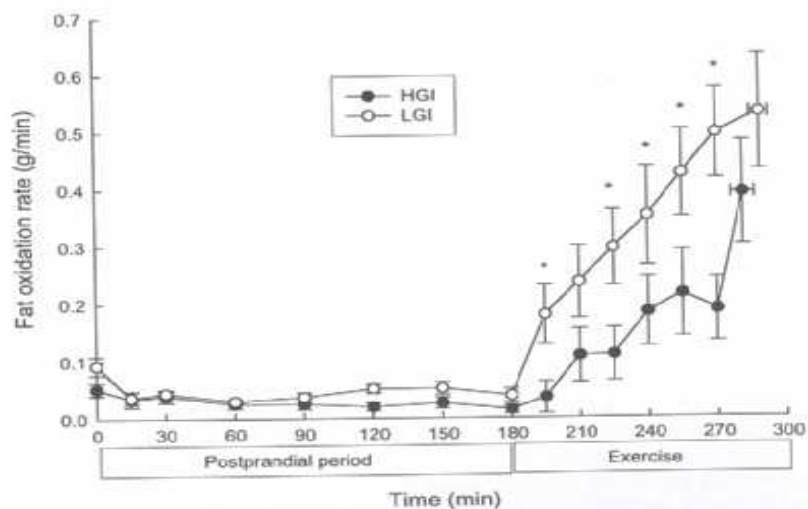


Figure 7 — CHO oxidation rate (g/min) during the HGI (●) and LGI (○) trials (mean ± standard error of the mean). * Significantly different from HGI, $P < 0.05$.

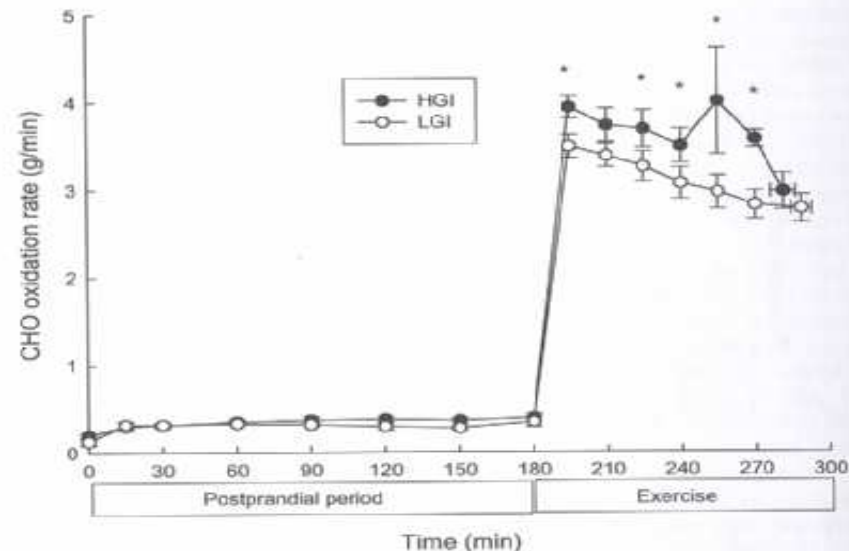


Figure 8 — Fat oxidation rate (g/min) during the HGI (●) and LGI (○) trials (mean ± standard error of the mean). * Significantly different from LGI, $P < 0.05$.

Vliv jídla s vysokým obsahem sacharidů s různým GI na regeneraci výkonnosti během dlouhotrvajícího vysoce-intenzivního běhu (Erith S, et al., 2006, IJSPEM)

