

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**  
**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Výživa vrcholových sportovců se zaměřením na vytrvalost**  
**Bakalářská práce**

**Autor práce: Zuzana Hanušová**

**Obor studia: Výživa a potraviny**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Boris Hučko, CSc.**

© 2018 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výživa vrcholových sportovců se zaměřením na vytrvalost" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 16.4.2018

---

## **Poděkování**

Ráda bych chtěla touto cestou poděkovat vedoucímu bakalářské práce, doc. Ing. Borisovi Hučkovi, CSc., za odborné vedení práce, ochotu, vstřícnost při konzultacích, trpělivost, cenné rady při zpracování bakalářské práce. Dále bych také ráda poděkovala mému kamarádovi Janu Šulcovi za výpomoc s technickými úpravami textu.

# Výživa vrcholových sportovců se zaměřením na vytrvalost

## Souhrn

Sport je tvořen souhrnem pohybových aktivit. Při jakékoli aktivitě se spotřebovává energie, která by měla být kompenzována dostatečným energetickým příjmem. Pokud sportovec nedbá na vyrovnání energetického příjmu s výdejem, dochází k negativním projevům v podobě ztráty svalové hmoty, nemocí, psychických příznaků z přetrénovanosti či zhoršení výkonu. Obecně se sportovcům doporučuje konzumovat 4-6 jídel denně.

Strava se dělí na makroživiny, jako jsou sacharidy, proteiny, lipidy, dále vitamíny, minerální látky a stopové prvky. Pro úplnost jsou v práci uvedeny vhodné zdroje potravin pro příjem důležitých živin a také jejich vhodné kombinace. Vitamíny a minerální látky by měly tvořit velmi důležitou součást v přijímané stravě, ať už z důvodu správného fungování organismu či podání co nejlepšího sportovního výkonu.

Pro vykonávání plnohodnotného sportu na vrcholové úrovni, je třeba brát ohled i na dodržování pitného režimu, který je velmi důležitý z hlediska nadměrných ztrát pocením. Při dostatečné hydrataci se významně zvyšuje zátěžová kapacita, jelikož voda je hlavní složkou krve a krev je velmi důležitá pro přívod kyslíku ke svalům. Pokud se sval nachází ve stavu, kdy nemá dostatek krve, pak mnohem rychleji spotřebovává zásoby glykogenu ve svalech. Toto riziko hrozí zvláště při zátěži v horkém a vlhkém prostředí.

Ve sportu jsou také velmi oblíbené potravinové doplňky stravy. Je zde uveden jejich vliv na sportovní výkon a také kdy a jak je vhodné tyto doplňky používat. Při sestavování nutričního plánu se bere velký ohled na fázi tréninku, ve které se sportovec momentálně nachází. Je to důležité pro pochopení, zda je potřeba vytvořit glykogenové zásoby před zátěží převážně pomocí sacharidů, nebo zda je potřeba svaly spíše regenerovat, a to pomocí proteinů společně se sacharidy.

**Klíčová slova:** vrcholoví sportovci, výživa, potřeby živin, vytrvalost

# **Nutrition for top athletes with a focus on endurance**

## **Summary**

Sport is made by each physical activity. Energy is consumed during any physical activity which should be compensated by enough energy intake. If the sportsman does not care about energy intake and consumption, some negative symptoms like loss of muscle mass, diseases, psychological symptoms caused by overtraining or getting worse at performance. It is generally recommended to have meal from four to six amounts a day.

Food is sectioned into macronutrients for example carbohydrates, proteins, fats, vitamins, mineral substances, trace elements. I tried to mention the right sources of food which contain important nutrients and suitable combinations. Vitamins and mineral substances should take an important part in meals not only because of good function of organism but also for giving the best performance in sport.

It is important to care about water intake which can be overdue to sweating loss and it is all connected with giving the best performance on the top level of sport. If there is enough hydration it leads to rising capacity of burden, then water is the main component of blood and blood is very important for supplying muscles with oxygen. In case that muscle is blood less then it uses glycogen in muscles much more faster. This is dangerous when you give physical work load in hot and wet weather.

Food supplements are favourite in sport. I mentioned its influence on sport performance and when and how it is good to consume it. During making nutritional plan it is needed to take heed of current training phase. It is important for understanding if there is need to make glycogen supplies with carbohydrates before activity or to recover muscles with proteins and carbohydrates after physical performance.

**Keywords:** top sportsmen, nutrition, leads of nutrients, endurance

# Obsah

1 Úvod.....	7
2 Cíl práce.....	8
3 Sportovní výkon.....	9
3.1 Vytrvalostní výkon .....	9
3.1.1 Energetický příjem a výdej .....	10
3.1.2 Energetické zásoby organismu .....	11
3.2 Fyziologie sportovce.....	13
3.3 Živiny pro vrcholového sportovce .....	15
3.3.1 Sacharidy .....	16
3.3.2 Proteiny .....	18
3.3.3 Lipidy.....	20
3.3.4 Vitamíny a minerální prvky .....	22
3.4 Pitný režim.....	24
3.4.1 Nové typy nápojů.....	25
3.5 Potravinové doplňky stravy pro sportovce .....	26
3.6 Výživa v jednotlivých fázích vytrvalostního výkonu .....	33
3.6.1 Výživa před výkonem.....	33
3.6.2 Výživa během výkonu .....	36
3.6.3 Výživa po výkonu.....	37
3.6.4 Regenerační živiny .....	40
4 Závěr .....	40
5 Seznam literatury .....	43
6 Samostatné přílohy .....	50

## 1 Úvod

Bakalářskou práci na toto téma jsem si vybrala především z toho důvodu, že mě sport provází životem již od dětství a tudíž tvoří většinu mých zálib. Dalším důvodem pro výběr tohoto tématu byl obor, který na vysoké škole studuji- výživa a potraviny. V dnešní době je výživa ve sportu, ale i v běžném životě, velmi probírané téma. Společnost je zahlcena nepřehledným množstvím informací z médií, které nejsou vždy pravdivé a pro jedince pak není jednoduché si vybrat ty správné.

Ve sportovním světě se v současnosti hojně využívají doplňky stravy. Je to pochopitelné, koupí potravinových doplňků člověk ušetří čas s plánováním i přípravou plnohodnotné a vyvážené stravy, a zároveň tím přijme určité množství živin. Nicméně ráda bych ve své práci upozornila na fakt, že doplňky stravy jsou pouze doplňky a měly by být užívány spíše jako krátkodobé suplementy pro určité přiblížení se k požadovanému cíli, nikoli pro dlouhodobé nahrazování potravin pro lidský organismus přirozené a bližší.

Problematika stravování je velmi unikátní v tom, že neexistuje žádný univerzální návod, který by platil pro všechny jedince totožně. Každý organismus na určitou stravu reaguje odlišně a také je třeba brát ohled na fakt, že každý jedinec má odlišné návyky a chutě. Zabýváme-li se stravováním sportovců, musí být též zohledněno, jaké má sportovec zaměření, či v jaké fázi tréninkového plánu se momentálně nachází.

Snažila jsem se vytvořit práci, ve které si sportovec objasní složení potravin z hlediska živin. A následně bude schopen posoudit, které z nich je výhodné přijímat a jakým se naopak raději vyhýbat, jaká strava je vhodná pro jednotlivé fáze zátěže i pro regeneraci, kolik vody vypít, jak tělu doplnit minerály a také popsat účinnost některých potravinových doplňků.

## **2 Cíl práce**

Všeobecně se sportovci na vrcholové úrovni setkávají s obrovskou konkurencí. Cílem bakalářské práce je získat souhrn informací na podkladě naší i zahraniční literatury, o správném naplánování stravy pro optimalizaci i zlepšení vytrvalostního výkonu. O umístění sportovce samozřejmě z největší části rozhoduje jeho fyzická kondice, nicméně ráda bych upozornila na benefit, který je možné ze správné stravy získat. Projevy mohou mít různé podoby od psychické pohody, více energie a chuti pro trénink, zrychlení v rozhodujícím momentě až po lepší regeneraci svalů.



### 3 Sportovní výkon

Sportovní výkon je zprostředkováván pomocí pohybové aktivity. Definice pohybové aktivity říká, že se jedná o jakýkoli tělesný pohyb, zabezpečovaný kosterním svalstvem, který vede k podstatnému zvýšení energetického výdeje nad klidovou hodnotu. Jedná se o komplex aktivit lidského chování, jenž obecně tvoří 15- 40 % celkového energetického výdeje jedince (Beunen, 1994). Do komplexu aktivit se řadí volnočasová pohybová aktivita, tělesná cvičení, sport, pracovní pohybová aktivita včetně domácích prací.

Pro sportovní výkon je velmi důležité, aby tělo sportovce mělo silný a pevný základ. Jedině poté je možné dosáhnout špičkového výkonu bez zbytečného zranění. Pro sportovce vykonávající sport na vrcholové úrovni je důležité, aby tělo pracovalo jako koordinovaný celek. Například tréninkový plán v cyklistice by se neměl skládat pouze z posilování spodní části těla. Samozřejmě, že nohy, boky a hýždě tvoří většinu cyklistické síly, ale pro stabilizaci těla je velmi důležité i silné břišní a zádové svalstvo (Sovndal, 2013).

#### 3.1 Vytrvalostní výkon

Při tréninku vrcholových sportovců se klade největší důraz na dosažení vysoké sportovní výkonnosti, maximálního posunu fyzických parametrů závodníka, dokonalé technické i taktické připravenosti. K dostatečnému rozvoji vytrvalostních schopností je nutno absolvovat kvalitní, vytrvalostně zaměřený tréninkový program až po dobu deseti let.

„Za vytrvalost je všeobecně považována pohybová schopnost člověka k dlouhotrvající tělesné činnosti: soubor předpokladů provádět cvičení s určitou nižší než maximální intenzitou co nejdéle, nebo po stanovenou potřebnou dobu co nejvyšší možnou intenzitou“ (Perič and Dovalil, 2010). Vytrvalost je možné charakterizovat jako schopnost překonávat únavu, která je vyvolána poklesem energetických rezerv či změnou vnitřního prostředí.

Mezi vytrvalostní sporty se řadí běh na dlouhé tratě, cyklistika, dálkové plavání, veslování, závodní chůze, závody na běžkách, triatlon a mnoho dalších aerobních aktivit trvalejšího rázu (Skolnik and Chernus, 2010). Vytrvalost se dá také dělit podle procent, odvozených z hodnoty maximální tepové frekvence:

- Intenzivní vytrvalostní trénink (délka 2-8 min, 90 % maximální tepové frekvence)

- Vytrvalostní trénink střední intenzity (déle trvající zatížení střední intenzity, při které nedochází k akumulaci laktátu, energeticky je pohyb zásoben aerobním metabolismem- cukry a tuky, maximální tepová frekvence 80-85 %)
- Objemový vytrvalostní trénink (je zaměřen na optimální způsob rozvoje funkcí tukového metabolismu, maximální tepová frekvence je v rozmezí 70-80 %)
- Regenerační trénink (součást tréninku se zotavovacím procesem organismu, lehká aktivita při tepové frekvenci nižší než 70 %, délka zatížení 30-45 min) (Panuška, 2014).

### 3.1.1 Energetický příjem a výdej

Prvním krokem pro optimalizaci tréninku a výkonu přes výživu je přijímat dostatek energie pro vykompenzování energetických výdajů. Pro běžného sportovce provozujícího sport 30-40 minut, 3x týdně, vystačí běžný energetický příjem 7500-10050 kJ/den nebo 100-150 kJ/kg/den pro sportovce o hmotnosti 50- 80 kg. Pro vrcholového sportovce vykonávajícího intenzivní trénink může být jejich energetický výdej abnormální. Například cyklista vytrvalostního závodu Tour de France navýší svůj energetický výdej na 50000 kJ/den, což znamená 630-540 kJ/kg/den pro sportovce s hmotností 60-80 kg (Kreider et al., 2010).

**Tabulka 1- Energetické ekvivalenty živin (g) (Kasper, 2015)**

sacharidy	17 kJ
tuky	38 kJ
bílkoviny	17 kJ

Setkáváme se i s argumenty, že se dá kalorická potřeba dosáhnout jen pomocí správně vyvážené stravy, ale to je často velmi těžké, zvláště pro vyšší a mohutnější sportovce či sportovce s velmi intenzivním tréninkem. V těchto případech pak není možné přijmout dostatek potravy pro dosažení energetických potřeb. Hlavním projevem nedostatku energie během tréninku je ztráta hmotnosti (zahrnující i svalovou hmotu), nemoci, psychické příznaky z přetrénování či zhoršení výkonu. Nutriční analýzy pro sportovní výživu odhalily, že spousta dotázaných má během tréninku nedostačující energetický příjem. Skupinu dotazovaných tvořili běžci, cyklisté, plavci, triatlonisté, gymnasté, bruslaři, tanečníci, boxeři a sportovci pokoušející se co nejrychleji snížit svojí hmotnost. Konkrétně u žen byly často zjišťovány poruchy příjmu potravy. Tudíž je velmi důležité, aby se nutriční specialista ujistil, že daný

sportovec netrpí podvýživou a přijímá dostatek energie pro vyrovnání energetických ztrát při tréninku a zabránit tak ztrátě tělesné hmotnosti.

Ačkoli to zní velmi jednoduše, je známo, že intenzivní trénink velmi často potlačuje chuť k jídlu a tím zásadně mění příznaky hladu tak, že je sportovci vůbec nezaznamenají. Někteří sportovci nechtějí trénovat pár hodin po jídle kvůli pocitu plnosti nebo náchylnosti ke gastrointestinálním potížím. Dalšími komplikacemi, které naruší zvyklosti a typ stravování sportovců jsou cestování či tréninkový plán. Proto je třeba sestavit nutriční plán s ohledem na aktuální tréninkový plán. Pro zajištění dostatečného příjmu živin se často vkládají svačiny mezi hlavními jídly v podobě drinků, ovoce, sacharidovo- proteinových tyčinek atd. Z důvodu zajištění dostatečného příjmu energetických potřeb nutriční specialisté často doporučují, konzumovat 4 až 6 jídel denně obohacené právě o svačiny. Užívání energetických tyčinek sacharidovo- proteinových suplementů poskytuje snadnou cestu příjmu živin především během tréninku (Kreider et al., 2010).

### 3.1.2 Energetické zásoby organismu

Energetické zásoby uložené v organismu sportovcům předurčují, jak dlouho budou schopni vykonávat určitou pohybovou aktivitu. Biochemické změny v důsledku tréninku ovlivňují množství glykogenu, které je sportovec schopen ukládat ve svalech, a to pak souvisí s vytrvalostními schopnosti. Průměrně trénovaný jedinec mužského pohlaví o hmotnosti 75 kg má uloženo v játrech, svalech a krevním oběhu množství sacharidů, odpovídající asi 7500 kJ (Panuška, 2014).

**Tabulka 2- Zásoby glykogenu v organismu (Panuška, 2014)**

svalový glykogen	6000 kJ
játerní glykogen	1200 kJ
krevní glykogen	300 kJ

Sacharidy poskytují zdroj energie potřebný pro normální činnost svalů, mozku a jsou primárním zdrojem energie při intenzivním tréninku. Přísun sacharidů v potravě je nutný z hlediska doplnění glykogenu v těle, proto je v období intenzivního tréninku doporučováno zvýšit přísun sacharidů na 70 % celkového kalorického příjmu (Panuška, 2014).

Zatímco vyčerpání svalového glykogenu je charakteristické ztrátou svalové síly, vyčerpání játerního glykogenu způsobuje změny ve vnímání. Játerní glykogen je přesouván

do krevního oběhu a stará se o udržení stálé hladiny glykogenu v krvi, neměnná hodnota je nutná pro správnou funkci mozku. Pokud dojde k nedostatku glykogenu v krvi, projeví se poruchy koordinace, závratě, neschopnost se soustředit. To je způsobené tím, že mozek nemá schopnost využívat tuk jako zdroj energie (Panuška, 2014).

Při vytrvalostním výkonu, tzn. delším než 60 minut je vyčerpání zásob glykogenu hlavní příčinou únavy a tělo pak přechází na metabolismus tuků a bílkovin. Potraviny bohaté na sacharidy jsou obvykle málo energeticky koncentrované (málo kalorií v jednom gramu) a sportovec, snažící se udržet doporučený přísun, se často cítí přejedený. To může mít vliv na snížení jeho schopnosti a chuti trénovat (Panuška, 2014).

V tabulce č. 3 jsou zobrazeny jednotlivé systémy a zdroje energie v závislosti na době trvání pohybové aktivity. Jednotlivé systémy nefungují izolovaně, ale po určité době se aktivuje ve větší míře konkrétní systém.

- ATP- CP systém znamená, že hlavním zdrojem energie je kreatinfosfát tedy CP. Tento systém je možné využít pouze pro nejvyšší možnou činnost po dobu 10- 15 s.
- LA systém představuje anaerobní glykolýzu, jejímž produktem je zvýšená hladina laktátu v krvi. To má za následek zvýšené okyselení vnitřního prostředí, které vyvolává bolest, únavu ve svazech a snižuje kvalitu přenosu vzruchů po nervových spojích. Tento systém zajišťuje pohybovou aktivitu s dobou trvání do 2-3 minut.
- O<sub>2</sub> systém zprostředkovává energii pomocí oxidativního štěpení cukrů a tuků. Štěpení cukrů nastává již od začátku cvičení, proces štěpení tuků začíná až po 12 minutách práce. Obecně se udává, že se zásobou glykogenu dokáže organismus pracovat přibližně jednu hodinu. Z tuků je možné čerpat až několik hodin. (Perič and Dovalil 2010).

**Tabulka 3- Energetické systémy v závislosti na době činnosti (Perič and Dovalil, 2010)**

system	způsob štěpení	zdroje energie	doba zapojení
ATP- CP	anaerobně	CP	15 s
LA	anaerobně	Glykogen	2-3 min
LA- O <sub>2</sub>	anaerobně-aerobní	Glykogen	5- 10 min
O <sub>2</sub>	aerobně	glykogen, tuky	hodiny

Uvedené poznatky o způsobu energetického krytí jsou vhodným obecným východiskem k porozumění velikosti intenzity zatížení:

- Maximální intenzita je energeticky i funkčně charakteristická ATP-CP systémem (jednorázové činnosti, např. odrazy, výskoky, kopy, hod, údery, střelba, smeč).
- Submaximální intenzita je dosažena při aktivaci LA systému (cvičení s vysokou intenzitou 1-3 minuty, běhy na střední tratě, jedno kolo v boxu, střídání v ledním hokeji, opakované přeběhy hřiště ve fotbalu, disciplíny alpského lyžování).
- Střední intenzita je vykonávána zapojením LA a O<sub>2</sub> systému (běhy 3-10 km, jednotlivé části triatlonu, běh na lyžích 5-15 km).
- Nízká aktivita je charakterizována aktivací O<sub>2</sub> systému (dlouhodobá činnost krátké intenzity po dlouhodobé vytrvalostní výkony- silniční cyklistika, triatlon, cross country horských kol, kruhový trénink, sportovní hry) (Perič and Dovalil 2010).

### 3.2 Fyziologie sportovce

Pro tělesnou zátěž je nejdůležitější svalová činnost. Ta zprostředkovává jak běžné denní pohybové aktivity, tak i například fyzické nároky v zaměstnání. Za sportovní činnost můžeme považovat svalovou činnost uvědoměle zaměřenou na zvýšení tělesné výkonnosti, fyzické zdatnosti či ke zlepšení zdravotního stavu organismu, pak ji můžeme považovat za sportovní trénink (Máček, 2011).

Výkonnost naopak podle Máčka (2011) spočívá ve schopnosti člověka podat a vykonat měřitelný výkon v určité pohybové oblasti nebo sportovním odvětví. Tato schopnost vyžaduje určitou dávku energie, ta se dá celkem snadno změřit díky energetickému ekvivalentu 1 ml kyslíku. Ten za splnění podmínek plně aerobního hrazení ze spotřeby kyslíku, dává při oxidaci metabolitů kolem 20–21 J (5 cal) s malým rozptylem podle poměru mezi metabolizovanými sacharidy, tuky nebo bílkovinami.

Svalstvo se skládá z velkého množství motorických jednotek, tj. skupin svalových vláken stejného typu, inervovaných jediným motoneuronem. Základní jednotku svalového vlákna tvoří sarkolema a těch je v průměrném vlákně asi 5000. Základní kontraktlní složkou v sarkolemě jsou bílkoviny zvané aktin a myosin. Při kontrakci stahu se do sebe molekuly aktinu a myosinu zasouvají. Energie pro kontrakci se získává pomocí aktivace myosinové ATP-ázy. Pro kontrakci aktinu s myosinem je důležitý počet nervových impulsů přenesených do myocytu (Máček, 2011).

Vlákna je možné rozdělit na tři skupiny a to na pomalá (červená), rychlá (bílá) a přechodná vlákna.

- Pomalá svalová vlákna (SO- slow, oxidative) jsou uzpůsobeny k vytrvalostní činnosti z důvodu jejich metabolického profilu. Většina energie je dodávána pomocí aerobních energetických procesů, obsahují relativně velké množství hemoglobinu. Inervace a svalová kontrakce ale probíhá pomaleji. Charakteristickými vlastnostmi těchto vláken jsou:
  - nižší aktivita myosinové ATP-ázy
  - nižší schopnost rychle přemísťovat kalciové ionty a tedy nižší rychlost zkracování
  - nižší glykolytická schopnost (ale o dostatku energie zřejmě více rozhoduje schopnost transportovat z okolí a aerobně využít laktát)
  - vyšší počet větších a enzymaticky lépe vybavených mitochondrií
  - vyšší intracelulární vazebná kapacita myoglobinu a z toho plynoucí větší zásoba kyslíku
  - okolo těchto vláken probíhá větší část výměny s kapilárním řečištěm
  - vyšší schopnost vzdorovat únavě (Máček, 2011; Skolnik and Chernus, 2010).

- Rychlá svalová vlákna (FG- fast, glycolytic) tyto vlákna jsou závislá na produkci energie zprostředkované anaerobními procesy a zajišťují schopnost vysokých silových výkonů trvajících pouze krátkou časovou periodu. Poměrně rychle u nich nastává stav únavy.
- Přejídná svalová vlákna (FOG- fast, oxidative- glykolytic)- s porovnáním s FG vlákny mají tyto vlákna nižší schopnost silových výkonů, ale na druhé straně produkují více síly než vlákna SO. Svalová vlákna FOG mají tu výhodu, že jsou schopny využívat energii jak aerobně, tak anaerobně (Panuška, 2014).

### 3.3 Živiny pro vrcholového sportovce

Ve sportovní výživě platí následující poměr pro přísun hlavních živin

- sacharidy 50-65 %
- tuky 25-30 %
- bílkoviny 10-20 %

Jednotlivé hodnoty se pak lehce upravují s ohledem na zaměření sportovce. Sportovní výživa s důrazem na vytrvalost klade větší důraz na sacharidy (> 60 % kJ), kdežto u aktivity zaměřené na sílu se klade důraz na bílkoviny (> 15 % kJ) (Konopka, 2007).

Jednotlivé typy svalových vláken jsou v činnosti závislé na intenzitě tréninku. Intenzita tréninku má tedy přímý vliv na typ metabolického krytí dodávky energie.

**Tabulka 4- Způsob dodávky energie (v %) v závislosti na intenzitě zatížení (Panuška, 2014)**

Typ tréninku	Metabolismus tuků	Metabolismus sacharidů
Regenerační trénink	85	15
Objemový vytrvalostní trénink	65	35
Vytrvalostní trénink střední intenzity	30	75
Intenzivní vytrvalostní trénink	10	90
Anaerobní glykolýza	0	100
	15	

### 3.3.1 Sacharidy

K optimalizaci tréninku a ke zlepšení výkonu patří neodmyslitelně dostatečný příjem sacharidů, bílkovin a tuků ve stravovacím plánu sportovce. Formálně se mohou sacharidy dělit podle počtu sacharidových jednotek na monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy. Obecně také platí, že rostlinná strava obsahuje někdy až o 90 % větší množství sacharidů, než strava živočišná. Z hlediska energie hrají sacharidy a tuky nejzásadnější roli (Havlík and Marounek, 2013).

Sacharidy poskytují buňkám energii. Konkrétně u sportovců vykonávajících intenzivní trénink 2-3 hodiny denně 5-6 krát týdně je vhodné poměr sacharidů zvýšit, z přibližně 50 % u běžného jedince, na 55-65 %, a to z důvodu zajištění funkce jater a zásob glykogenu ve svalech. Zásoby sacharidů uložených ve svalech jsou důležité zvláště při vytrvalostních sportech, kdy dochází přednostně k čerpání glykogenu a až poté k čerpání tuků (Thompson and Manore, 2012).

Velmi důležitý je výběr vhodných sacharidů, a to především z hlediska působení na hladinu krevního cukru a s tím související produkci inzulínu. V tabulce č.4 je znázorněno hrubé rozdělení sacharidů na prospěšné a méně prospěšné (Fořt, 2007; Kreider et al., 2010).

**Tabulka 5- Rozdělení potravin z hlediska glykemického indexu (Fořt, 2007)**

Potraviny s nižším GI	Potraviny s vyšším GI
- vařená a čerstvá zelenina	- brambory horké, především opečené
	- chléb, rýže, těstoviny, pšeničné placky (tortily), tučné pečivo, pizza, cereální směsi
- jablka, třešně, mandarinky, meruňky, hrušky, jahody, ananas, broskve, grepy, melouny, kiwi, hroznové víno, švestky, nektarinky, borůvky	- banány
	- ovocné džusy, nektary, limonády
- melasa	- obyčejný cukr

Z předchozí tabulky vyplývá, že všechny zdroje sacharidů uvedené v pravé části tabulky jsou méně prospěšné ke konzumaci jako samotný pokrm. U těchto zmíněných



potravin se dá glykemický index snížit například tím, že je sportovec zkombinuje s tukem nebo mlékem či masem. Avšak při kombinaci by měl věnovat pozornost navýšenému energetickému příjmu (Fořt, 2007).

Flatt (1987) uvádí, že tuk, který přijmeme potravou, neovlivňuje metabolismus ostatních živin a po tučném jídle po určité době dokonce klesá hladina krevního cukru rychleji než po příjmu potravy s vysokým obsahem sacharidů. Naopak strava s vysokým obsahem sacharidů má za následek nadbytek glukózy, kterou je třeba zpracovat. Nabízí se možnost uložit ji do zásoby ve formě glykogenu v játrech a svalech, ale ta je reálná pouze v případě, že jedinec před tím dlouho a intenzivně cvičí a následkem toho se pak zvyšuje klidový výdej energie ve formě tepla. I přes tento regulační mechanismus se většina nadbytečných cukrů ukládá ve formě tuku. Při úplném vyloučení sacharidů z potravy dochází ke značnému odbourávání tuků a v krvi se hromadí ketolátky. K prevenci ketosy a ztrát bílkovin ze svalů postačí přijmout 50-100 g sacharidů za den (Flatt, 1987; Fořt, 2007; Havlík and Marounek, 2013).

### **3.3.1.1 Metabolismus sacharidů**

Nejvíce sacharidů v potravě zastupují škroby, ty jsou nejčastěji obsažené v pečivu, cereálních výrobcích, rýži či bramborách. Proto bude metabolismus zaměřen právě na ně. U metabolismu všech živin platí, že se nejdřív složité látky musí rozložit v trávicím traktu na jednodušší látky, které je tělo schopno absorbovat a následně využít. Sacharidy jsou štěpeny na jednoduché cukry, z nichž nejvýznamnější je monosacharid glukóza.

Začátek trávení škrobu probíhá v ústech, účinkem slinné  $\alpha$ -amylasy zvané ptyalin. Avšak působení této amylasy je velmi malé kvůli krátké době působení. Sacharid putuje dál. Žaludkem prochází nepozměněn, jelikož tam nejsou obsaženy žádné enzymy pro trávení sacharidů. Největší význam má tedy tenké střevo a účinek pankreatické  $\alpha$ -amylasy. Tento enzym je produkován slinnými žlázami a pankreatem. Písmeno  $\alpha$  znázorňuje, že tato amylosa je dextrogenní, tzn. štěpí molekuly amylosy a amylopektinu uprostřed řetězce zprvu za vzniku dextrinů a nakonec maltosy. Maltosu následuje maltotriosa a tzv. hraniční dextrin, což je zbytek štěpení amylopektinu. Amylopektin představuje několik glukosových jednotek v okolí větvení molekuly odbočující vazbou  $\alpha$  1-6 (Havlík and Marounek, 2013).

### 3.3.1.2 Glykemický index

S příjmem sacharidů úzce souvisí glykemický index. Z tohoto hlediska jsou výhodnější sacharidy s nízkým glykemickým indexem, například obilí, škrob, ovoce, maltodextriny. Nicméně opět je velmi těžké zkonsumovat takové množství sacharidů u sportovců s vysoce intenzivním tréninkovým plánem, proto většina nutričních specialistů doporučuje koncentrované sacharidové džusy, drinky nebo sacharidové výživové doplňky (Kreider et al., 2010).

### 3.3.2 Proteiny

Zpočátku se doporučovalo tvrzení, že sportovci nemusí přijímat více bílkovin než je běžná doporučená denní dávka 0,8 g/kg/den s platností pro všechny věkové kategorie. Nicméně výzkum z posledních desetiletí poukázal na zvýšenou potřebu bílkovin pro sportovce, a to na 1,5-2 násobek doporučené denní dávky (1,5-2 g/kg/den). Při nedostatečném příjmu bílkovin mají sportovci negativní dusíkovou bilanci, která může zvýšit katabolismus bílkovin a zpomalit jejich regeneraci. Dlouhodobější nedostatek může vést až ke ztrátám svalové hmoty a k tréninkové intoleranci (Kreider et al., 2010).

Ideálním příjmem proteinů potravou pokrývá organismus potřebu aminokyselin pro syntézu tělu vlastních proteinů, peptidových hormonů a jiné. Tuto syntézu proteinů tělu vlastních určuje nabídka esenciálních aminokyselin. Tyto esenciální neboli nepostradatelné aminokyseliny jsou: histidin, izoleucin, leucin, lyzin, metionin, fenylalanin, treonin, tryptofan a valin (Kasper, 2015).

Obecně platí, že rekreační sportovci nepotřebují zvyšovat příjem bílkovin, tudíž jim postačí základní doporučená denní dávka 0,8-1 g/kg/den bílkovin. Pro jedince se středně intenzivním tréninkem je doporučováno přijmout 1-1,5 g/kg/den bílkovin, což odpovídá 50-225 g/den pro sportovce s tělesnou hmotností 50-150 kg. Pro jedince s vysoce intenzivním tréninkem se doporučuje přijmout 1,5-2 g/kg/den bílkovin, což odpovídá 75-300 g/den pro sportovce s tělesnou hmotností 50-150 kg. Pro splnění doporučeného denního příjmu bílkovin odpovídá 3-11 porcí kuřecího masa či ryby. Ačkoli pro sportovce menšího vzrůstu není problém přijmout doporučené denní dávkování bílkovin, pro vyšší a mohutnější sportovce může být obtížnější doporučenou denní dávku splnit (Kreider et al., 2010; Kasper, 2015).

Z výzkumu vyplývá, že z dotazované skupiny sportovců složené z atletů, plavců, triatlonistů, gymnastů, tanečníků, bruslařů, boxerů je ohledně příjmu bílkovin velké množství

jedinců podvyživených. Proto je velmi důležité se ujistit, že daný sportovec má ve svém nutričním plánu zařazené dostatečné množství bílkovin a udržuje si tak dusíkovou bilanci 1,5-2 g/kg/den (Kreider et al., 2010).

Nicméně opět ne každý protein je stejný. Liší se dle zdroje, ze kterého se daná bílkovina získává, dle obsažených aminokyselin, způsobu zpracování či izolace proteinu. Tyto odlišnosti mají vliv na dostupnost aminokyselin a peptidů, které ovlivňují biologickou aktivitu. Mezi biologicky aktivní bílkoviny patří například alfa laktalbumin, beta laktoglobulin, glykomakropeptidy, imunoglobuliny, laktoperoxidasy, laktoferrin. Například dvě rozdílné bílkoviny kasein a syrovátka jsou přijímány v odlišných hodnotách a způsobují katabolismus či anabolismus. Proto je třeba věnovat pozornost nejen množství příjmu bílkovin, ale také jejich kvalitě (Kreider et al., 2010).

Nejlepším zdrojem potravy, která obsahuje malé množství tuku a současně vysoké množství kvalitních bílkovin, je lehké kuřecí maso bez kůže, ryby, vaječný bílek a odstředěné mléko. Z nutričních suplementů se nejvíce doporučuje syrovátka, kolostrum, kasein, mléčné bílkoviny a vaječná bílkovina (Kreider et al., 2010).

Dle Konopky (2007) je velmi důležité, aby sportovec upřednostňoval nízkotučné proteinové produkty. Podíl příjmu živočišných proteinů by měl být omezen na 40-50 % celkového přísunu bílkovin, podíl rostlinných proteinů by měl být zvýšen na 50-60 %, aby bylo zároveň možné udržovat nízkou hladinu tuku, cholesterolu a purinu (derivát kyseliny močové, zbytek po štěpení bílkovin). Při používání proteinových koncentrátů může být tento požadavek bez problému splněn.

---

**Tabulka 6- Vhodné kombinace bílkovin (Konopka, 2007)**

---

- Obiloviny, obilné produkty a mléko nebo vejce, hrášek, fazole, soja
- Brambory a vejce nebo mléko, mléčné výrobky (např. tvaroh)

### **3.3.2.1 Metabolismus proteinů**

Základem metabolismu bílkovin je jejich rozštěpení na aminokyseliny. Trávení proteinů probíhá působením peptidáz, které se tvoří v žaludku, pankreatu a střevní mukóze. Endopeptidázy štěpí bílkovinné molekuly na polypeptidy, to jsou produkty sestávající z většího počtu aminokyselin. Následně dochází ke štěpení polypeptidů pomocí exopeptidáz,

kteřé je rozštěpí až na jednotlivé aminokyseliny. Aminokyseliny se resorbují převážně v tenkém střevě (Kasper, 2015).

### 3.3.3 Lipidy

Strava sportovce by měla být chudá na tuky, neboť strava bohatá na tuky snižuje výkon. Upřednostňovány by měly být vysoce hodnotné mastné kyseliny a oleje s vysokým podílem vícenásobně nenasycených mastných kyselin, protože dodávají esenciální složky potravy a vitamíny rozpustné v tucích (především vitamín E). Pro sportovce jsou vhodné oleje jako je olivový, řepkový, olej ze slunečnicových klíčků a rybí oleje. Ve vytrvalostních sportech se věnuje více než polovina celkového tréninkového času základní vytrvalosti, která zvýší odolnost zatížení, schopnost regenerace a schopnost využívat pro získávání energie metabolismus tuků (Konopka, 2007).

---

**Tabulka 7- Zdroje esenciálních mastných kyselin (Stear, 2004)**

---

n-3	- tučné ryby: losos, makrela, sardinky, sled', tuňák v oleji - semena: lněná a dýňová - olej: sójový a řepkový - vlašské ořechy
n- 6	- semena: slunečnicová a sezamová ořechy - olej: slunečnicový, kukuřičný, arašídový, sezamový, řepkový a sojový - polynenasycený margarín

Při zátěži se nejprve, jako zdroj energie, spotřebovávají sacharidy a až poté je sportovci umožněno využívat tukové energetické rezervy téměř bez omezení (> 50 000 kcal). Tyto rezervy jsou uloženy v podkožních tukových tkáních a ve trénovaných vytrvalostních vláknech, ty obsahují 2 až 3 krát více tuku než netrénovaná svalová vlákna. Optimálním využíváním metabolismu tuků mohou být vysoce hodnotné, ale relativně omezené sacharidové rezervy šetřeny, aby byly k dispozici v rozhodujícím okamžiku (zrychlení uprostřed závodu, cílový sprint) (Konopka, 2007).

Jelikož jsou tuky důležité především pro podporu zdraví, jsou proto nutriční doporučení ohledně příjmu tuků velmi podobná pro sportovce i pro jedince nevykonávající

sport. Udržování energetické bilance, doplňování intramuskulárních zásob triacylglycerolu a přiměřené konzumování mastných kyselin je samozřejmě důležitější mezi sportovci, a proto umožňují jejich vyšší příjem. To však záleží na stavu a na cílech sportovce. Například se objevuje vliv diet s vyšším obsahem tuku na lepší udržení koncentrace testosteronu v oběhu než diety s nízkým obsahem tuku. To má význam na potlačení testosteronu, který se vyskytuje v období přetrénovanosti.

Obvykle se sportovcům doporučuje, aby tuky tvořily 30 % z celého denního energetického příjmu, pouze u vysoce intenzivního tréninku mohou tuky převýšit 50 % z celkového kalorického příjmu. U sportovců snažících se o pokles tělesného tuku se doporučuje konzumovat 0,5-1 g/kg/den tuků. Některé studie naznačují, že lidé, kteří jsou nejúspěšnější v poklesu hmotnosti a udržování její ztráty, přijmou potravou méně než 40 g/den tuku. Nicméně, toto tvrzení nemusí být vždy pravdivé. Velmi záleží na typu přijímaného tuku (n-3 či n-6) nebo i na stavu nesyacení. To jsou důležité faktory, které hrají velmi důležitou roli při jakýchkoli nesrovnalostech (Kreider et al., 2010).

### **3.3.3.1 Metabolismus lipidů**

Trávení a resorpci tuků velmi ovlivňuje délka řetězců mastných kyselin a také složení potravin, v jejichž přítomnosti se tuk konzumuje. Dle délky řetězce se lipidy rozdělují na LCT (tuky s mastnými kyselinami s dlouhým řetězcem) a MCT (tuky s mastnými kyselinami se středně dlouhým řetězcem). Hlavním místem pro trávení lipidů je tenké střevo, kde se triglyceridy účinkem žluči a pankreatické šťávy hydrolyzují a produkty hydrolyzy se resorbují střevní sliznicí (Kasper, 2015).

Emulgace je proces, při kterém se zvětší povrch tukových částic. Emulgátory jsou tvořeny solemi žlučových kyselin, produkty štěpení tuku, monoglyceridy, diglyceridy a volnými mastnými kyselinami. Pankreatická lipáza působí hlavně na esterické vazby triglyceridů. Při procesu štěpení triglyceridů vznikají monoglyceridy, volné mastné kyseliny, glycerol a v malé míře diglyceridy. Pro umožnění resorpce štěpných produktů tuků s mastnými kyselinami s dlouhým řetězcem v tenkém střevě je nutné vytvořit micely. Micely jsou tvořeny ze solí žlučových kyselin a z monoglyceridů. Tyto micely jsou dobře rozpustné ve vodě a včleňují jiné v tuku rozpustné složky potravy, jako jsou vitamíny, cholesterol atd. V tomto případě se pak jedná o smíšené micely (Kasper, 2015).

Intracelulární lipázy jsou zodpovědné za štěpení monoglyceridů a diglyceridů až na volné mastné kyseliny a glycerol. Jejich průchod buňkou ovlivňuje délka řetězce mastných kyselin. V případě, že řetězec obsahuje více než 10 uhlíkových atomů, následuje opětá esterifikace zvaná reesterifikace na triglyceridy. Triglyceridy se obalí lipoproteiny, estery cholesterolu a fosfolipidy, a tím vznikají tzv. chylomikrony, které přestupují do lymfy (Kasper, 2015).

### **3.3.4 Vitamíny a minerální prvky**

Sportovci by se měli zaměřit především na příjem vápníku, železa a vitamínu D, ale s tím vědomím, že příliš vysoké dávky některých mikronutrientů mohou být škodlivé. Užívání potravinových doplňků by nemělo kompenzovat špatné stravovací návyky a v žádném případě nevhodné diety. Avšak měli by užívat pouze suplementy, které poskytují nezbytné nutrienty. Suplementy mohou být také krátkodobým řešením, pokud plnohodnotná strava není momentálně dostupná, například při cestování nebo i z jiných důvodů. Například suplement vitamínu D může být užíván v případě, že se sportovec pohybuje v oblastech s nedostatkem slunečního světla.

V případě mladých sportovců se užívání suplementů nedoporučuje, ti by se měli raději zaměřit na konzumaci nutričně bohaté stravy, pečlivě zvolené s ohledem na růst a zdravé tělesné složení (Clark, 2014).

**Tabulka 8- Běžné zdroje vitamínů a minerálů (Clark, 2014)**

<b>Vitamín nebo minerál</b>	<b>Ovoce</b>	<b>Zelenina</b>	<b>Obiloviny</b>	<b>Proteinové potraviny</b>	<b>Mléčné potraviny a jiné zdroje vápníku</b>
<b>Vitamíny skupiny B</b>	- pomeranče a pomerančový džus	- zelená listová zelenina	- celozrnné a obohacené obiloviny - cereálie - těstoviny - rýže	- maso - mléko - vejce - ořechy - semena	- mléko - jogurt
<b>Vitamín C</b>	- pomeranče - grepy - jahody - meloun	- brokolice - paprika - hrášek - brambory	- obohacené snídaňové cereálie	-	-
<b>Vitamín D</b>	-	- žampiony pěstované na slunci	- obohacené snídaňové cereálie	- losos - tuňák - vejce	- obohacené mléko - tuňák - sýr
<b>Vápník</b>	- obohacený pomerančový džus	- brokolice - kapusta - tuřín	-	- losos v konzervě s jedlými kostmi - obohacené tofu	- mléko - jogurt - obohacená sója - rýže - mandlové mléko
<b>Železo</b>	- rozinky - datle - fíky - sušené meruňky - švestkový džus	- špenát - mangold - tuřín - brokolice - růžičková kapusta	- obohacené snídaňové cereálie - těstoviny - rýže - merlík - pšeničné klíčky	- hovězí - vepřové - kuřecí stehna - sojové boby - ledvinové a lima fazole - vaječný žloutek	-
<b>Hořčík</b>	- datle - fíky - sušené meruňky - sušené švestky	- špenát - brokolice - zelená zelenina - kakao	- celozrnné pečivo - ořechy - pšeničné otruby	- arašídové máslo - mandle - kešu - sušené fazole - čočka	-

Pro doplnění tabulky č. 8 jsou dále uvedeny i zdroje vitamínu E a draslíku.

Vitamín E: olej z pšeničných klíčků, olivový olej, řepkový olej, olej z kukuřičných klíčků, slunečnicový olej, světlicový olej, sojový olej, arašídový olej, pšeničné klíčky, sojové boby, hrášek, lískové ořechy, mandle, slunečnicová jádra, burské oříšky, vlašské ořechy, obilné vločky, přírodní a předvařená rýže.

Draslík: bujóny, rajčatový protlak, kakaový prášek, sušené ovoce: meruňky, fíky, rozinky, švestky; brambory, banány, meruňky, rajčata, fenykl, špenát, fazole, hrášek, čočka, pistácie, mandle, lískové ořechy (Konopka, 2007).

### **3.4 Pitný režim**

Voda je nejdůležitější nutriční ergogenická pomoc pro sportovce. V lidském těle ji dělíme na intracelulární, která tvoří 65 % a vodu extracelulární tvořící zbývajících 35 %. Dobře hydratované svaly u sportovce jsou tvořeny ze 75 % vodou, kosti obsahují asi 32 % a krev je tvořená z 93 % vodou. Proto je velmi důležité, aby sportovec neustále doplňoval tekutiny a udržel tak svou celkovou hmotnost vody, která by měla být přibližně 70 % z celkové hmotnosti člověka. Voda poskytuje vhodné prostředí pro chemické (metabolické) reakce probíhající v buňkách, zároveň je také zdrojem iontů a udržuje správný osmotický tlak. Voda je hlavní složkou krve, zprostředkovává primární mechanismus pro transport kyslíku, živin, hormonů a dalších sloučenin do buněk a napomáhá odstraňování jejich odpadních produktů (Williams, 1995).

Výkonnost může být výrazně narušena, když se potem ztratí 2 % nebo více z tělesné hmotnosti. To znamená, že pokud sportovec během zátěže ztratí 1,4 kilogramů ze své tělesné hmotnosti, kapacita výkonu se výrazně sníží. Ztráta více než 4 % tělesné hmotnosti během zátěže může vést k nevolnosti, slabosti, pocitu mdloby, studené kůži, vyčerpání z tepla, úpalu a v extrémních případech i ke smrti. Všechny tyto příznaky jsou způsobeny nedostatečným průtokem krve do mozku. Z tohoto důvodu je udržení hydratovaného stavu velmi kritické (Kreider et al., 2010).

Normální míra ztráty vody u sportovců se pohybuje kolem 0,5-0,2 kg/h v závislosti na teplotě, vlhkosti vzduchu, intenzitě zátěže a jejich reakci potu na cvičení. To znamená, že za účelem doplnění rovnováhy tekutin i pro prevenci před dehydratací, potřebují sportovci přijmout 0,5-0,2 kg/h tekutin. Sportovci by měli tekutiny přijímat ještě před příznaky žízně,



neboť ty nastávají až při ztrátě významného množství tekutin potem. Za účelem zjištění správného množství tekutin k doplnění rovnováhy tělesných tekutin se sportovcům doporučuje, zvážit se před a po tréninku. Zároveň by se měli naučit tolerovat vyšší příjem vody během tréninku a ujistit se, že spotřebovávají více tekutin v teplejších/vlhkých prostředích. Předjetí dehydratace během zátěže je jeden z neefektivnějších způsobů jak zvýšit zátěžovou kapacitu. Svaly bez přísunu krve spotřebovávají glykogen a tím rychleji vyčerpávají zásoby cukru ve svalech (Kreider et al., 2010).

### **3.4.1 Nové typy nápojů**

Při vytrvalostních sportech se také často doporučuje doplnění tekutin pomocí sportovních nápojů. Jejich výhoda spočívá hlavně v obsahu extra sacharidů, které napomáhají zvýšit absorpci sodíku, a tím i zvyšují míru absorpce vody (Skolnik and Chernus, 2010). V zásadě se rozlišují 4 kategorie komerčně vyráběných nápojů:

- Sportovní nápoje: Využívané při vrcholovém sportu pro nahrazení ztrát vody a živin. Výhoda těchto nápojů spočívá zejména v doplnění minerálů (1 litr potu obsahuje asi 1200 mg sodíku, 1000 mg chloridu, 300 mg draslíku, 160 mg vápníku a 16 mg magnezia). Příjem mono a oligosacharidů představuje zdroj rychle dostupné energie. Koncentrace sacharidů by ale neměla překročit 5-8 %, protože to by pak způsobilo pomalejší vyprazdňování žaludku.

- Energy- drinks: U těchto nápojů hraje velmi významnou roli jejich reklama, která slibuje pohodovou náladu, pocit štěstí, udržení zdraví, zvýšení výkonnosti atd. Jejich složení tvoří sacharidy, kofein, taurin, různé vitamíny rozpustné ve vodě, lakton kyseliny glukoronové, izonit a někdy i rostlinné složky jako je guarana. Obsah kofeinu bývá 320 mg/l, což přibližně odpovídá obsahu kofeinu v černém čaji nebo kávě, kde je jeho obsah závislý na způsobu přípravy a pohybuje se mezi 350-1100 mg/l.

- Wellness- drinks: Tyto nápoje údajně zvyšují pocit pohody. Obsahují kofein, vitamíny a jiné.

- Nápoje obohacené o živiny: Do této skupiny se řadí osvěžující nápoje, ovocné šťávy a mléčné produkty obohacené o živiny. Většinou jsou doplněny o vitamíny, beta- karoten a minerální látky. Při časté konzumaci těchto nápojů musí jedinec vynechat jiné obohacené výrobky, neboť hrozí nekontrolované zvýšení vitamínů a beta-karotenu. Do nápojů

obohacených o živiny se také řadí tzv. ACE nápoje neboli performance- drinks. Jejich složení je následující: přísady beta- karotenu, vitamín C a E, někdy i kyselina eikosahexaenová.

Pocením se z těla ztrácí i minerály jako je draslík a sodík. Tyto minerály jsou důležité pro normální fungování organismu a proto je potřeba je doplnit. Pokud maratonec po výkonu vypije přes litr pomerančového džusu, doplní tím třikrát více draslíku, než vyloučil během závodu. Není tedy nutné doplňovat minerály pomocí tablet se solí a draslíkem. Co se týče ztráty soli, tak tu dostatečně doplní sáček preclíků.

Častým problémem při vytrvalostní zátěži jsou svalové křeče. Bernadot (2006) tvrdí, že jim lze předejít příjmem sportovního nápoje doplněného o čajovou lžičku soli. Hydratace nezlepší výkon jako takový, nicméně napomůže zlepšení tím, že neokrádá tělo o svůj potenciál, podporuje produktivitu a bezpečnost organismu (Skolnik and Chernus, 2010).

### **3.5 Potravinové doplňky stravy pro sportovce**

V minulosti bylo běžné, že sportovci přijímali kvalitní a vyváženou stravu založenou na přírodních potravinách tzn. banánech, pomerančovém džusu, těstovinách, špenátu, kuřecím maso. V současnost době tvoří základ sportovcova stravování energetické tyčinky, proteinové prášky, sportovní nápoje a potravinové doplňky. Průmyslově vyráběné sportovní potraviny mají bezpochyby ve sportovní výživě své místo, ale měly by být užívány v pravý čas a vhodným způsobem (Clark, 2014).

Nejlepším způsobem stravování pro zdraví, prevenci onemocnění a zvyšování výkonnosti je konzumovat potraviny v podobě co nejbližší jejich přirozenému stavu. Velkou část stravování by mělo tvořit ovoce, zelenina, celozrnné výrobky, maso, nízkotučné mléčné výrobky, ořechy a luštěniny. Tato strava je bohatá na vlákninu, bílkoviny, tuky, vitamíny, minerály, antioxidanty i fytochemikálie (Clark, 2014).

#### **3.5.1 Gainery**

Studie tvrdí, že zvýšený příjem energie o dalších 2100- 4200 kJ/den ve spojení s tréninkem, může podpořit přírůstek hmotnosti. Nejčastěji využívanými potravinovými doplňky pro nárůst svalové hmoty jsou sacharidovo- proteinové koncentráty. Tento přírůstek je však pouze z 30-50 % tvořen svalovou hmotou a zbytek nárůstem tukové hmoty. Sportovec by tedy měl sledovat nejen změny hmotnosti, ale i změny ve složení těla (Campbell, 2007).

### 3.5.2 Kreatin

Kreatin je sloučenina složená ze tří aminokyselin argininu, metioninu a glycinu, přesněji methylguanidinoctová kyselina přirozeně se vyskytující v těle. Na trhu se dá sehnat v práškové formě anebo se může přidávat do tyčinek či koktejlů (Klimešová, 2016).

Podle Skolnik and Chernus (2011) je nejefektivnější metodou doplnění kreatinu jeho přimíchání v práškové formě do nápoje. Užívá-li se kreatin společně s rychle stravitelnými sacharidy, jako jsou např. v džusu, dopraví se tak více kreatinu ke svalům, než kdyby byl užíván samostatně, protože jako odezva na džus (sacharidy) se uvolní inzulin.

Denní potřeba kreatinu je asi 2 g/den a většina se ho nachází ve svalové tkáni. Toto množství je získáno převážně endogenní tvorbou, která probíhá zejména v ledvinách a játrech, nebo je součástí potravy. Nejvíce kreatinu je obsaženo v červeném mase, jeho obsah v červeném mase se pohybuje okolo 4-5 g/kg. Dle Skolnik and Chernus (2011) je doporučené denní dávkování kreatinu 3-5 gramů. Je však velmi důležité vyhnout se současnému přijímání kofeinu, jelikož pak dochází k eliminaci profitu pocházejícího z kreatinu (Klimešová, 2016).

Kreatin podávaný ve formě doplňků stravy je jedním z mála suplementů, u kterých byl experimentálně prokázán pozitivní vliv na nárůst svalové hmoty, svalovou sílu a zvýšení efektu glykogenové superkompensace. Účinky na sílu a nárůst svalové hmoty jsou dle studií srovnatelné se středně silnými steroidy. Nárůst celkové hmotnosti je důsledkem retence vody a zvýšení glykogenových zásob ve svazech. Nárůst hmotnosti se pohybuje okolo 1-2 kg za 4-5 dní (Klimešová, 2016).

Co se týče metabolismu a působení kreatinu ve svalové tkáni, je jisté, že se kreatin ve svalové tkáni fosforyluje prostřednictvím enzymu kreatinkináza a vzniká kreatinfosfát. Ten je nepostradatelný pro regeneraci ATP- základní jednotku svalové energie. Zásoby kreatinfosfátu mají vliv na výkon jedince. Čím více má sportovec zásob, tím déle a s větší silou a energií může trénovat. Při dostatku kreatinkinázy se nemusí ATP regenerovat z glukózy. Zvyšování zásob kreatinfosfátu je však limitované a výrazně nižší při porovnání možností navyšování zásob svalového glykogenu (Klimešová, 2016).

Kreatin se v těle štěpí na látku kreatinin, který je dále vylučován ledvinami. Proto se nedoporučuje užívání kreatinu lidem se zhoršenou funkcí ledvin. Kreatin se také

nedoporučuje užívat z hlediska vyššího počtu výskytu natažení stehenních svalů (hamstringů) a zhoršení hojení (Skolnik and Chernus, 2011).

### **3.5.3 Esenciální aminokyseliny**

Studie poměrně konzistentně potvrdily, že příjem 3-6 g esenciálních aminokyselin před nebo po zátěži stimuluje proteosyntézu. Studie zkoumající efekt na proteosyntézu při podání celého spektra esenciálních aminokyselin nebo větvených aminokyselin (BCAA) nezjistily rozdíl. Vzhledem k tomu, že směs esenciálních aminokyselin obsahuje i BCAA, je možné, že klíčovými v podpoře proteosyntézy jsou právě BCAA. Ještě větší efekt byl prokázán při současném podání sacharidů s esenciálními aminokyselinami nebo BCAA. Při podání BCAA v kombinaci se sacharidy byla zjištěna i podpora glykogenové resyntézy, oddálení únavy a delší udržení mentálních funkcí během zatížení. Provedené studie shrnují, že podání BCAA společně se sacharidy v doporučených dávkách je bezpečné a efektivní pro podporu výkonu sportovce (Klimešová, 2016).

### **3.5.4 Chrom**

Chrom je kofaktor inzulínu a jeho teoretický ergogenní účinek je založen právě na úloze inzulínu, který usnadňuje transport BCAA do svalů. Chrom je podáván spíše pro silové sportovce a teoreticky by mohl být doporučován i pro zlepšení aerobního vytrvalostního výkonu. Výsledky mnoha studií se však shodují na tom, že chrom neposkytuje žádný ergogenní účinek na žádný z testovaných sportů. Zdá se tedy, že doplnění chromu neovlivňuje složení těla ani výkon u trénovaných sportovců (Williams, 2005).

### **3.5.5 CLA (konjugovaná kyselina linolová)**

CLA je esenciální mastná kyselina, u které bylo, při testech na zvířatech, zjištěno, že snižuje katabolismus, podporuje hubnutí, zvyšuje hustotu kostí, podporuje imunitu a působí protikarcinogenně. Z těchto důvodů je CLA doporučována jako doplněk pro sportovce (Kreider et al., 2002). Naproti tomu studie, které testovaly efekt CLA a olivového oleje jako placebo zjistily, že ergogenní hodnota se u trénovaných sportovců nijak významně neprojevuje. Neprojevily se změny v celkové hmotnosti, procentuálním podílu tuku, kostní hmotě, katabolismu ani u imunity během tréninku. Zjištění poukazují, že CLA se nezdá být přínosná pro trénované sportovce (Kreider et al., 2002).

### 3.5.6 Hydrogenuhlíčan sodný

Hydrogenuhlíčan sodný též nazývaný soda bikarbona ( $\text{NaHCO}_3$ ) se používá jako součást kypřících prášků do pečiva nebo k neutralizaci zvýšené tvorby žaludečních šťáv známé jako pálení žáhy, ale také jako látka potencionálně zvyšující krátkodobý sportovní výkon. Během vysoké intenzity je vystupňovaná anaerobní glykolýza doprovázena metabolickou acidózou, tudíž dochází ke kumulaci laktátu a  $\text{CO}_2$  ve svalech a krvi. Řešení, jak vybalancovat nárůst acidity, tedy navýšit kapacitu pracujícího svalu, je podání zásaditého hydrogenuhlíčitanu sodného  $\text{NaHCO}_3$ , který působí jako pufrovací činidlo. Podání  $\text{NaHCO}_3$  vede k metabolické alkalóze, která odstraňuje ionty z pracujících svalů a tím umožňuje rychlejší vyplavování laktátu (Klimešová, 2016).

U sportovců vykonávajících intenzivní intervalový trénink třikrát týdně bylo zjištěno, že při suplementaci jedlé sody před tréninkem dochází ke zlepšení vytrvalosti. Nejideálnější užívání jedlé sody je v podobě kapslí z lékárny, jelikož se tím omezí nevolnost a průjem, vyskytující se po konzumaci prášku na pečení (Clark, 2014).

Tobias et al. (2013) zkoumali ergogenický efekt při současném užívání sody bikarbonu a beta-alaninu v době vysoce intenzivního tréninku. Suplementace byla dávkována  $\text{NaHCO}_3$  (0,5 g/den po dobu 7 dní) a beta- alanin (6,4 g/den po dobu 28 dní). Výsledkem této studie bylo podstatně vyšší zlepšení celkové aktivity (+14 %), oproti dávkování suplementu odděleně.

### 3.5.7 Beta- alanin

Beta- alanin patří mezi neesenciální aminokyseliny a u člověka se vyskytuje zejména v kosterním svalstvu, srdeční a mozkové tkáni. Zdroje potravin bohaté na beta- alanin jsou všechny druhy masa včetně rybího (Klimešová, 2016).

Ačkoliv se tato aminokyselina na proteosyntéze nepodílí, má velký potenciál při léčbě některých chorob i ve sportovní medicíně. Beta- alanin je společně s histidinem prekurzorem karnosinu, který je silným antioxidantem chránící buňky před poškozením reaktivními formami kyslíku. Ve sportovní medicíně má velký význam jeho pufrovací efekt, kdy brání snižování pH při anaerobní zátěži tím, že ve svalové tkáni váže atomy vodíku (Klimešová, 2016). Některé experimenty prokázaly, že pro sportovce je jeho suplementace výhodná pro oddálení únavy tím, že odloží nástup akumulace laktátu v krvi. Dále pozitivně působí na

prodloužení času tolerovat zatížení a zvýšení počtu opakování u odporového tréninku (Stout et al., 2006).

Studie, která se zabývala srovnáním účinku suplementace beta- alaninu samotného nebo v kombinaci s kreatinem, prokázala, že ve srovnání s placebem došlo k výraznějšímu navýšení silového výkonu u fotbalistů po absolvování 10 týdenního silového tréninku. Konzumace beta- alaninu s kreatinem byla efektivnější v nárůstu tukuprosté hmoty a snížení tukové hmoty ve srovnání se samotným beta- alaninem (Klimešová, 2016).

Hill et al. (2012) studovali efekt beta- alaninu u cyklistů po dobu 4 a 10 týdnů. Čtyři týdny doplňování beta- alaninu vedlo k významnému zvýšení celkové aktivity (+ 13%) a dalších 3,2 % zlepšení celkové aktivity po 10 týdnech suplementace. Toto zjištění potvrdili i De Salles Painelli et al. (2013), kteří zaznamenali zlepšení o 14,6 % v celkové aktivitě provedené v podobném čase až do úplného vyčerpání.

Ve výzkumných studiích se používá dávkování beta- alaninu 1,6- 6,4 g/den po dobu 2-12 týdnů. Tato celková dávka je obvykle rozdělena do 4 a více porcí během dne, protože příjem beta- alaninu v dávce vyšší 800 mg může vyvolat pocit brnění a snížení citlivosti v končetinách. Pro sportovce s drobnější postavou doporučují Bellinger et al. (2012) použít dávkování beta-alaninu 65 mg/kg hmotnosti. Recentní studie kriticky hodnotí nové poznatky výzkumů zaměřených na využití beta- alaninu ve sportovní výživě a doporučuje denní dávkování 80 mg/kg hmotnosti s rozdělením do dávek < 10 mg/kg hmotnosti, které budou pro maximalizaci účinku konzumovány společně s běžnou potravou (Bellinger, 2014).

Beta- alanin se prokázal jako účinný doplněk stravy jak pro krátkodobé sporty (1-7 minut), tak i pro vytrvalostní sportovce jako jsou fotbalisti, hokejisti a sportovci, kteří na konci vytrvalostní disciplíny sprintují do cíle, například maratonci a silniční cyklisté. U některých sportovců užívajících větší množství beta- alaninu (více než 800 mg), se prokázalo brnění v kůži od mírného až po nesnesitelné. Tento jev lze potlačit užíváním suplementů s prodlouženým uvolňováním. Beta- alanin se dá také použít jako náhrada jedlé sody (Artioli et al., 2010).

### **3.5.8 Beta- hydroxy- beta- methylbutarát (HMB)**

HMB je metabolit aminokyseliny leucinu. U leucinu a jeho metabolitů byl zjištěn účinek, který inhibuje degradaci proteinu i ostatní katabolické účinky způsobené

dlouhotrvající zátěží. Zisky ve svalové hmotě jsou obvykle o 0,5-1 kg vyšší oproti kontrole. Nicméně zlepšení adaptace na zátěž se projevuje spíše u začínajících jedinců. U trénovaných sportovců je účinek HMB stále předmětem studií (Wilson, 2008).

### **3.5.9 Glutamin**

Glutamin je důležitý zdroj energie pro některé buňky imunitního systému, jakou jsou lymfocyty a makrofágy, které mohou být sníženy při vytrvalostních a intenzivních zátěžích. Schopností glutaminu je podpora syntézy svalového glykogenu a potenciální zvýšení svalové síly (Williams, 2005).

Několik teorií předpokládá, že přetěžovaní sportovci mohou mít sníženou hladinu glutaminu v plazmě, což může zhoršit funkce imunitního systému a vést sportovce k různým onemocněním. Výsledky výzkumů jsou ale velmi nejednoznačné (Castell, 2003).

Navíc několik nedávných studií naznačuje, že ani krátkodobé ani dlouhodobé doplňování glutaminu nemá ergogenní účinek na svalovou hmotu nebo výkonnost. Doplnění glutaminu jednu hodinu před testováním nemělo žádný vliv na odolnost vůči únavě a ani šest týdnů doplňování glutaminu během tréninku s rezistencí nezvyšovalo hmotnost svalové hmoty nebo sílu více než léčba placebem (Candow, 2001).

### **3.5.10 L- karnitin**

L- karnitin je přirozeně se vyskytující sloučenina, kterou je možno syntetizovat u savců z esenciálních aminokyselin lysinu a methionu, nebo může být přijímána ve formě doplňků stravy. Primárními zdroji karnitinu jsou červené maso a mléčné výrobky, nicméně i komerčně prodávané doplňky se prokázaly pro člověka jako bezpečné (Orer, 2014).

Některé studie předpokládají, že karnitin významně nezvyšuje fyzickou sílu a nemá vliv na aerobní sílu. Další studie však tvrdí, že karnitin snižuje potřebu kyslíku, zvyšuje maximální rychlost a snižuje tepovou frekvenci. Společně se tyto studie shodly na tom, že díky L- karnitinu dochází k využití svalového glykogenu a zvyšuje se oxidace mastných kyselin (Orer, 2014).

Bremer et al. (2014) tvrdí, že suplementace L- karnitinu pozitivně ovlivňuje výkon z hlediska koncentrace laktátu a reakcí laktátu s kyselinou mléčnou. To naznačuje, že příjem 3 nebo 4 g L- karnitinu před cvičením zpomaluje tvorbu laktátu v krvi a v důsledku toho se únava objevuje později.

### 3.5.11 Nitráty

Několik studií prokazuje, že dietní nitráty mohou zvýšit výkon při zátěži trvající 4-30 minut. Zdroje nitrátů jsou rebarbora, roketa setá a červená řepa. Jejich účinek spočívá v tom, že stimulují tvorbu oxidu dusnatého a ten pak ovlivňuje distribuci krve a spotřebu kyslíku. Při totožném příjmu kyslíku může sportovec s vyšší hladinou oxidu dusnatého, pracovat intenzivněji. V průměru dochází ke zlepšení výkonu o 1,5 % (Clark, 2014).

„Typicky se doporučuje přijmout 75 ml koncentrovaného džusu z červené řepy nebo 200 g pečené řepy nebo 200- 500 ml džusu, případně jiné potraviny bohaté na nitráty dvě až tři hodiny před výkonem. To je čas potřebný k dosažení nejvyšší koncentrace. Zvýšené koncentrace se drží po šest až devět hodin a pak během 12 hodin klesne na běžné hodnoty“ (Wylie et al, 2013).

Ve studii s výkonnostními cyklisty, kteří po konzumaci červené řepy absolvovali časovku, ukázala významné zlepšení výkonu, v průměru o 2,8 % (Lansley et al., 2011). V jiné studii trénování cyklisté dokončili časovku o 12 sekund rychleji po konzumaci džusu z červené řepy (Cermak et al., 2012). Profit oxidu dusnatého může být také užitečný pro sportovce trávající ve vysoké nadmořské výšce (lyžaři, horolezci), protože podporuje využití kyslíku (Clark, 2014).

### 3.5.12 Kofein

Kofein se chemicky řadí mezi alkaloidy, který se přirozeně vyskytuje v rostlinách. Teoreticky se dá považovat jako droga, tzn. produkt s povzbuzujícím účinkem nebo jako přísada vyskytující se v čaji, kávě a potravinových doplňcích jako je například guarana (Santos et al., 2013).

Již dlouho je účinek kofeinu předmětem studií. Davis and Green (2009) tvrdí, že u poloviny studií došlo ke zlepšení rychlosti o 1 % ve srovnání s placebem. Jeho ergogenní účinek se projevil pro aktivity trvající 1-3 minuty, ale i pro aktivity trvající několik hodin (Doherty et al, 2004; Ganio et al., 2009). Existuje několik možností týkajících se ergogenního účinku kofeinu. Ty zahrnují antagonistickou vazbu adenosinu na jeho mozkové receptory, která může způsobit snížené vnímání únavy, a zároveň zvýšit koncentraci a taky utlumit bolest periferních svalů (Davis and Green, 2009; Miller et al, 2014). Účinnost kofeinu může také podle Mohr et al. (2011) souviset se zvýšenou kontraktilitou svalů, která je způsobena sníženou akumulací draslíkových iontů během intenzivní zátěže nebo dokonce



prostřednictvím zvýšené adrenergní odpovědi na suplementaci kofeinem spojenou s vyšším obratem glykolytické energie.

Přesný mechanismus účinku kofeinu v konkrétních intenzitách zátěže se může lišit. Dávky kofeinu v zahrnutých studiích se pohybovaly v rozmezí 2-6 mg/kg tělesné hmotnosti. Celkově se jeví kofein jako neúčinnější u aktivit trvajících 45 s až 8 minut. (Spriet, 2014).

### **3.6 Výživa v jednotlivých fázích vytrvalostního výkonu**

K doplnění základních doporučených nutričních hodnot vypsanych výše, výzkum dále prokázal, že načasování a složení pokrmů může hrát velikou roli v optimalizaci výkonu, adaptaci na trénink, ale také v prevenci proti přetrénovanosti (Kreider et al., 2010). Přetrénovanost je podle Panušky (2014) fyzické zatížení, které pro organismus představuje určitou formu stresu, kdy pravidelná tréninková a soutěžní činnost vyvolá únavu tzn. poruší rovnovážný stav organismu. K tomuto stavu nejčastěji dochází v důsledku snížení nebo vyčerpání energetických zásob a kumulací škodlivých produktů látkové výměny (zejména kyseliny mléčné).

V tomto ohledu je tedy nutno zmínit, že trávení sacharidů trvá přibližně 4 hodiny a až poté se začínají ukládat jako svalový a jaterní glykogen (Kreider et al., 2010). Vhodný stravovací režim pomůže sportovcům přiblížit se k somatotypu a dosáhnout tak větších úspěchů ve svém sportu. Pečlivý výběr stravy bohaté na živiny sníží riziko nutričních deficitů, které mohou poškodit jak zdraví sportovce, tak jeho výkon, obzvláště tehdy, drží-li sportovec dietu za účelem snížení tělesné hmotnosti či procenta tělesného tuku (Vilikus et al., 2015).

Krátké a stručné pravidlo dle Sidwells (2004), který se zabývá cyklistikou, zní: „Jezte správné jídlo ve správnou dobu- například karbohydráty před jízdou, jednoduché karbohydráty během jízdy a kombinaci karbohydrátu a proteinů po jízdě.“

#### **3.6.1 Výživa před výkonem**

Podle zjištění Biju (2011) se u sportovců osvědčil příjem potravy 2- 3 hodiny před výkonem. Důležité je dát tělu dostatečný čas pro stravení pokrmu. To pro sportovce znamená, že pokud ho čeká odpolední trénink, je snídaně nejdůležitějším pokrmem. Výzkum také dále prokázal, že konzumace sacharidovo-proteinové tyčinky (50 g sacharidů a 5-10 g bílkovin) 30-60 minut před zátěží, slouží ke zvýšení dostupnosti sacharidů ke konci intenzivního

cvičení. Tyto tyčinky dále také zvýší dostupnost aminokyselin, které redukuje katabolismus bílkovin způsobený cvičením.

Vilikus (2015) tvrdí, že poslední větší pevný pokrm by měl být konzumován 3-5 hodin před výkonem. Měl by obsahovat 3-5 g sacharidů na kg tělesné hmotnosti, 20 g bílkovin a malé množství tuku. Jako příklad uvádí vývar ze zeleniny a drůbežního masa s bezmasým hlavním jídlem (např. rýžový nákyp s ovocem a tvarohem nebo špagety s kečupem a sýrem nebo šunkafleky zapečené s vejci). Vytrvalostní sportovci by se měli 4-5 hodin před startem vyvarovat nadýmavých pokrmů jako jsou kynuté ovocné knedlíky, luštěniny, cibule, česnek a dále také pokrmům hůře stravitelným (např. celozrnné pečivo, syrová zelenina, maso pečené a smažené, těžké omáčky).

Pro období 2 až 3 dny před závodem se doporučuje snížit tréninkovou zátěž na 30 až 50 % a přijímat potravou přibližně 200 až 300 g/den sacharidů navíc. Tato strategie ukázala, že se navýší sacharidové zásoby a tím se zlepšuje vytrvalostní kapacita. Tím pádem je zřejmé, že vhodně zvolená strava spojená se správným načasováním jsou velmi důležité faktory pro navýšení dostupnosti sacharidů během zátěže a potenciálně snižuje náraz přetrénovanosti (Kreider et al., 2010).

Následující tabulka obsahuje některé další příklady potravin, které jsou podle Clark (2014) vhodné konzumovat před zátěží pro optimalizaci výkonu.

**Tabulka 9- Potraviny vhodné pro konzumaci před zátěží (Clark, 2014)**

Ovoce	Bílkoviny	Obiloviny	Sladkosti	Tekutiny
- sušené třešně	- nandle nebo jiné	- granola	- trail mix	- sycená voda
- ananas	ořechy	- ovesná kaše	- datle	- 100% džus
- mango	- arašídové máslo	- preclíky	- hořká čokoláda	-čokoládové mléko
- rozinky v malém balení	- tuňák v konzervě	celozrnné		
- jablka	- hummus	- popcorn		
- pomeranče	- vejce uvařené natvrdo			
	- sýrové tyčinky			
	- čedar			
	- jogurt řecký nebo normální			

### 3.6.1.1 Sacharidová superkompenzace

Myšlenka sacharidové superkompenzace pochází z 60. let minulého století. Principem této metody je, že sportovec nejprve na několik dní sníží příjem sacharidů při vysoké tréninkové zátěži a v následujících dnech naopak zvýší příjem sacharidů a sníží tréninkovou zátěž. Tímto se dosáhne situace, kdy jsou svalové buňky toužící po glykogenu a mají tendenci si vytvořit až dvakrát větší zásobu glykogenu oproti původní. Sacharidová superkompenzace je prospěšná zejména pro aktivity trvající kolem 2 hodin (Vilikus, 2015).

Existují různé varianty superkompenzace. Velmi účinná se projevila teorie dle Fořta (2002). „V prvních třech dnech doporučuje omezit příjem sacharidů na pouhých 10 % denního energetického příjmu a v následujících třech dnech naopak vystupňovat příjem sacharidů až na 75-80 % denního energetického příjmu“. Nicméně je velmi důležité, aby tuto metodu dodržovali pouze naprosto zdraví sportovci bez jakýchkoli příznaků metabolických poruch, jako např. snížená glukózová tolerance, hyperurikemie, abnormální jaterní testy a podobně. A současně také bez jakýchkoli příznaků psychiatrických onemocnění, jako např. depresivní a úzkostná porucha. Při této metodě je také nutné počítat s určitými komplikacemi.

Ve fázi hypoalimentace tedy podvýživy se často dostavuje metabolická ketoacidóza, pokles krevního tlaku, hypodynamie, nechut' k tréninku, podráždění žaludku a velké výkyvy nálad až agresivita. Proto je doporučováno jíst víckrát denně. Hlavní složkou stravy má být libové maso, zelenina a malé množství komplexních sacharidů. Z potravinových doplňků je doporučován karnitin, BCAA a z léků hepatoprotektiva typu Essentiale forte (Fořt, 2002).

Ve fázi hyperalimentace, která následuje ihned po první fázi, mají být základem stravy komplexní sacharidy s nízkým glykemickým indexem (např. ovesná kaše, studené brambory, cereálie). Zcela se vynechá maso a zeleninu zcela nahradí ovoce. Z doplňků stravy se doporučují glutamin, kreatin v kombinaci s pyruvátem, karnitin a nápoje ze skupiny tzv. gainerů obsahující látky bílkovinné povahy a sacharidy (Fořt, 2002).

Program superkompenzace se také dá prodloužit z 6 dní na 7-8 dní tím, že sportovec vloží mezi den odpočinku a den závodu 1-2 dny tzv. harmonizace metabolismu. Harmonizace metabolismu znamená vložení lehčího tréninku s konzumací smíšené stravy s lehce sníženým energetickým příjmem, aby byl organismus schopen dostat se rychleji do tempa. Tímto se dosáhne plynulejšího přechodu z odpočinkového režimu do závodního (Fořt, 2002).

### 3.6.2 Výživa během výkonu

Během sportovní zátěže by člověk měl přijímat tekutiny, které obsahují sodík, protože ztráta minerálů potem může být vysoká. Také se předpokládá, že příjem 100 gramů sacharidů na 230 gramů vody udrží správnou hladinu krevního cukru a svalového glykogenu. Zároveň se ale během tréninku doporučuje vyhnout džusům a limonádám, které jsou kvůli vysoké koncentraci sacharidů a syčení oxidem uhličitým nevhodné v době, kdy je sportovec v zátěži (Skolnik and Chernus, 2010).

Při zátěži trvající 1- 2 hodiny si většinou sportovec vystačí hradit energetické ztráty pouze pitím sportovních nápojů s obsahem glukózy nebo konzumací sacharidových gelů. V průběhu zátěže je možné si doplňování sacharidů vypočítat z jednoduchého vztahu 1 g/kg tělesné hmotnosti za jednu hodinu. Tím se zabrání pocitu hladu a poklesu glykemie. Frekvence pro kompenzování energie by měla být 3-4 krát za hodinu. Při zátěži probíhající mezi 3.- 4. hodinou může sportovec přijímat suspenze či gely obsahující glukózu s maltodextriny, MCT tukem, a dále některé aminokyseliny s ketokyselinami a menším množstvím rozpustné vlákniny. V 5.- 6. hodině zátěže je doporučováno přijmout mixovanou ovesnou či rýžovou kaši bez mléka se sušeným ovocem, banány a trochou čokolády. Docílení relativně vysokého příjmu sacharidů nezbytného pro optimalizaci sportovního výkonu, s délkou trvání přes tři hodiny, by si měli sportovci vyzkoušet během tréninku. Jedině pak budou schopni si navrhnout individuální strategii a zkombinovat stravu a nápoje tak, aby docílili optimálního vstřebávání sacharidů z trávicího traktu při minimalizaci gastrointestinálních potíží. (Vilikus et al., 2015; Saunders, 2007).

Výběr potravin v den závodu je velmi individuální a velký důraz se klade na druh sportu, který sportovec vykonává. Pro znázornění je uveden příklad, jak by se mohl stravovat sportovec o hmotnosti 73 kg běžící maraton. Po vypočtení všech náležitých údajů byla vypočítána celková energetická potřeba v den maratonu na přibližně 21000 kJ (celý jídelníček pro tohoto sportovce je uveden v příloze). Pro dosažení energetických požadavků jsou dále uvedeny tipy na sacharidové potraviny vhodné pro konzumaci během fyzické aktivity (Skolnik and Chernus, 2010).

**Tabulka 10- Tipy na sacharidové potraviny během zátěže (Skolnik and Chernus, 2010)**

Potravina	Množství	Sacharidy (g)	Potravina	Množství	Sacharidy (g)
Želé fazolky (bonbony)	10 velkých	26	Powerbar gel	1 balíček	27
Sportovní želé fazolky	1 sáček	25	Powerbar Performance gel	1 tyčinka	46
Skořicové preclíkové nugetky	20 kousků	25	Powerbar Fruit Smoothie bar	1 tyčinka	27
Želatinové pendreký	1 kus	9	Vařený brambor	1 kus (Ø 6 cm)	27
Gumoví medvídci	1 bonbon	2	Fig Newtons	2 taštičky	22
Clif Shot Blok	3 kostky	24	Rozinky	malý sáček	34

Během zátěže se doporučuje doplnit sodík a tekutiny pomocí komerčních sportovních nápojů. Z důvodu urychleného průchodu žaludkem jsou tyto nápoje ve velmi zředěné formě, proto je vhodné nápoje konzumovat pouze během výkonu, nikoli jako regenerační nápoj (Clark, 2014).

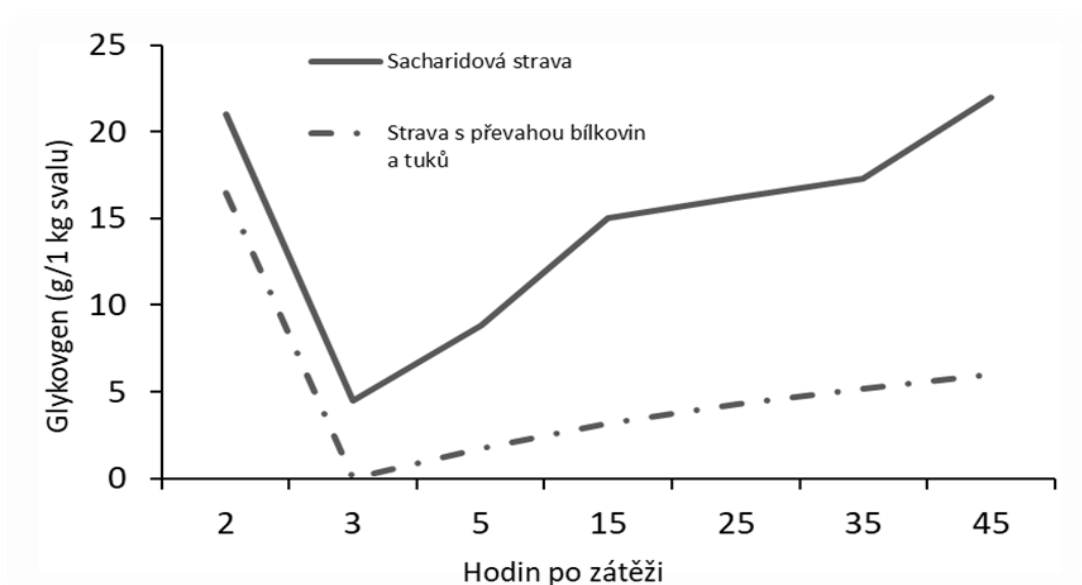
### 3.6.3 Výživa po výkonu

Při zátěži trvající déle než jednu hodinu, by sportovci měli přijmout glukozový/elektrolytický roztok pro udržení hladiny krevního cukru, roztok také působí jako prevence před dehydratací a navíc snižuje imunosupresivní následky po intenzivní zátěži. Do 30 minut po intenzivním tréninku by sportovci měli zkonzumovat sacharidovou a proteinovou tyčinku se složením například 1 g/kg sacharidů a 0,5 g/kg bílkovin, stejně tak by měli do dvou hodin po zátěži zkonzumovat vysoce sacharidové jídlo. Bylo zjištěno, že tato nutriční strategie urychluje resyntézu glykogenu a lépe podporuje anabolický hormonální profil, což může urychlit zotavení. Důležitá je též remineralizace pomocí nápojů (Kreider et al., 2010). Dle Konopky (2007) je výhodné přijmout ovocné šťávy (jablečná, pomerančová, hroznová) kvůli zabudování draslíku do glykogenu. Rychlost, s jakou se svalový glykogen doplní na původní hodnoty po energeticky velmi náročných výkonech, závisí právě na dodržení zásad sportovní výživy- zejména tedy dostatečném přísunu sacharidů (Panuška, 2014).

Fořt (2002) tvrdí, že trávicí soustava, po 30 minutách od ukončení tréninku, není zcela připravena na příjem potravy z důvodu redistribuce krve v organismu. Proto v této fázi

doporučuje doplnit chybějící tekutiny a minerály. Tekutiny nemusí být nutně hypotonické (snižující napětí), ale neměl by to být alkohol (zpomalení regenerace) či kofein (dehydratace, žaludeční hypersekrece). V časovém rozmezí 30- 90 minut po zátěži je výhodné přijmout stravu s vysokým glykemickým indexem, kvůli rychlejšímu doplnění glykogenových zásob ve svalech (Biju, 2011). Pro příklad takové stravy jsou uváděny např. palačinky s kompotovaným ovocem, lívance s džemem, teplý pudink s piškoty a rozinkami nebo kukuřičné lupínky zalité malým množstvím mléka s kousky zralého banánu.

Nicméně také platí, že pokud sportovci trénují třikrát či čtyřikrát týdně, mají dostatek času doplnit zásoby glykogenů ve svalech mezi tréninky bez nutnosti přijímat potravu přímo po tréninku (Clark, 2014).



**Graf 1- Obnovení zásob svalového glykogenů po energeticky velmi náročném výkonu**

(McNeely, 2000).

Na grafu č.1 je znázorněn vliv stravy na obnovení svalového glykogenů po zátěžovém testu. První skupina jednotlivců konzumovala stravu s vysokým obsahem sacharidů (70 %), kdežto druhá skupina konzumovala potravu s vysokým obsahem bílkovin a tuků. Výsledkem studie je zjištění, že u jedinců, kteří přijímali stravu založenou na sacharidech, se doplnily zásoby již po dvou dnech. Zatímco u jednotlivců s příjmem bílkovin a tuků se zásoby zcela neobnovily ani po pěti dnech (Panuška, 2014).

Clark (2014) tvrdí, že doplňování vitamínů po tréninku není nutné, jelikož se při výkonu nespotřebávají, ale jenom opakovaně používají. Někteří sportovci si podle ní myslí,

že vitamíny pomáhají opravit oxidativní poškození objevující se během zátěže, o němž se předpokládá, že brání opravě svalů a zvyšuje riziko nádorů. Velké dávky vitamínů- zejména C, E, A mohou narušit vnitřní rovnováhu organismu a zhoršit sportovní výkon. Nabízí se ale rozumnější volba, a to konzumace pestrobarevné zeleniny a ovoce obsahující vyvážený poměr antioxidantů.

Bezprostředně po zátěži se svaly sportovce nachází ve stavu, kdy snadno vstřebávají bílkoviny (aminokyseliny) z krve a využívají je na tvorbu svalové tkáně. Svaly tedy účinně využívají sacharidy i bílkoviny. Součástí tréninku by mělo být doplnění energie a živin, jelikož je potřeba doplnit spotřebované zdroje. Doplnění sacharidů a bílkovin má dvojitý přínos:

- Sacharidy stimulují produkci inzulínu, hormonu, který podporuje růst svalů a také transportuje sacharidy do svalů, kde doplní vyčerpaný glykogen.
- Sacharidy v kombinaci s nižším množstvím bílkovin (cca 10-20 g) zlepšují uskladnění energie do svalů a omezí produkci kortizolu, hormonu, který rozkládá svalovinu (Clark, 2014).

V následující tabulce jsou zobrazeny hodnoty elektrolytů, které sportovec může získat z různých nápojů po náročném tréninku. Clark (2014) také tvrdí, že mnohem více elektrolytů získáme z čokoládového mléka, pečiva s arašídovým máslem nebo těstovin s rajčatovým protlakem, než ze sportovních nápojů.

**Tabulka 11- Porovnání mléka a sportovního nápoje (Clark, 2014)**

Nápoj (240 ml)	Sodík (mg)	Draslík (mg)	Bílkoviny (g)	Sacharidy (g)
Nízkotučné mléko	100	400	8	12
Powerade	55	45	-	19
Čokoládové mléko	150	425	9	26

Většina sportovců večeří mezi 18-20 hodinou v závislosti na časovém rozložení tréninku. Jestliže přijmou kaloricky dostatečné a výživné jídlo hned po zátěži, je večeře jídlem, kterým není potřeba dosáhnout povzbuzujícího účinku, a proto se doporučuje, aby jedli většinu své denní potřeby zeleniny a ovoce (Biju, 2011).

### 3.6.4 Regenerační živiny

Pro regeneraci je důležité naplánování a příprava snadno dostupných variant sacharidů. Není nutné pevně dodržovat poměr sacharidů a bílkovin. Základní myšlenkou pro regenerační stravu je jíst sacharidy doplněné o 10- 20 g bílkovin v závislosti na tělesné hmotnosti. Tím svaly dostanou dostatečné množství bílkovin pro svou regeneraci (Clark, 2014; Fořt, 2002).

Pro sportovce, kteří si zaznamenávají příjem sacharidů a bílkovin přesněji pak platí vztah 1 g sacharidů na 1 kg hmotnosti a 0,2- 0,4 g/ kg bílkovin každou hodinu po výkonu (v půlhodinových intervalech) po čtyři hodiny nebo tak dlouho, dokud sportovec nepřijme hlavní jídlo (Beelen et al, 2010). Pro příklad je uveden sportovec o hmotnosti 75 kg. Jeho potřeba sacharidů vychází tedy na 75 g sacharidů (1200 kJ) a potřeba bílkovin na 15-30 g (250- 510 kJ).

#### Tabulka12-Příklady regenerační stravy pro 75 kg jedince podle Clark (2014) a Fořt (2002)

3 míchaná vejce + miska ovesné kaše s javorovým sirupem	1 dušené kuře s rýží
0,5 l čokoládového mléka + energetická tyčinka	150 g rybí filé s bramborovou kaší
chléb s arašídovým máslem a medem + jogurt	drůbeží vývar ve formě husté maso- zelenino - těstovinové polévky
ovocný koktejl (250 ml řeckého jogurtu + banán + lesní plody)	150 g pstruha na másle s vařeným bramborem a dušenou zeleninou
krutí sendvič + grapefruitový džus	250 g boršče s Lučinou
	(Clark, 2014) 200 g rýžového nákypu s tvarohem a meruňkami
	200 g žemlovky s tvarohem a jablky (Fořt, 2002)

Sportovec může přijmout i větší množství uvedených potravin, ale nadbytečné sacharidy a bílkoviny nepodporují regenerační proces. Potraviny by měly být voleny individuálně podle chuti. Častým problémem u jedinců s fyzickým zatížením je omezení pocitu hladu. Řešením je tekutá strava, která dokáže doplnit živiny stejně účinně jako tuhá.



Při volbě příjmu tuhé stravy se doporučuje například libový rostbíf, celozrnné pečivo, nudlová polévka s kreky a sklenice džusu nebo mléka (Clark, 2014).

## 4 Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit souhrn informací o správné výživě vrcholových sportovců se zaměřením na vytrvalost. Snažila jsem se čerpat jak z české, tak zahraniční literatury, kterou tvořily převážně vědecké články. Díky psaní této práce jsem si rozšířila obzory a vědomosti i pro osobní potřeby.

Stravování je nezbytné pro každého z nás a obzvláště to platí ve sportu, kde se výživě klade ještě větší pozornost. Potřeba živin je samozřejmě odlišná a závisí mimo jiné na pohlaví, věku, aktivitě, nemoci atd. I v rámci různých sportovních odvětvích se potřeby živin zásadně liší. Obecně se u vytrvalostních sportů doporučuje přijímat více než 60 % sacharidů, 25-30 % tuků a 10-20 % bílkovin z celkového denního energetického příjmu. Zároveň je i tento poměr proměnlivý a záleží na fázi tréninkového plánu, ve kterém se sportovec momentálně nachází. Před zátěží je vhodné se předzásobit a vytvořit zásoby pomocí sacharidů a tuků, kdežto po zátěži, kdy nastává čas regenerace, je vhodné přijmout bílkoviny ve spojení se sacharidy. Příjem bílkovin by se neměl podceňovat, jelikož jakýkoli typ stresu je spojen se zvýšeným metabolismem bílkovin a tím i s jejich zvýšenou potřebou. Z toho plyne, že každý stravovací plán by měl poskytovat více než minimální potřebné množství bílkovin.

Pro zdraví jedince a tudíž i lepší výkonnost platí pravidlo, že strava by měla být především plnohodnotná a komerčně vyráběné suplementy by se rozhodně neměly užívat jako náhrada stravy. Zásadní by, při plánování stravy, mělo být doplnění dostatečného energetického příjmu, který je přímo úměrný energetickému výdeji.

## 5 Seznam literary

- Barys, A. Sports Nutrition: Critical Components for Optimal Performance [online]. 2014 [cit. 2017-12-22]. Dostupné z: <<https://kb.gcsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1028&context=thecorinthian>>
- Beelen, M. Burke L. M. Gibala M. J. Van Loon L. J. C. Nutritional Strategies to Promote Postexercise Recovery [online]. 2010 [cit. 2018-03-13] Dostupné z: <<http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/ijsnem.20.6.515>>
- Bellinger, P. M. B-Alanine Supplementation for Athletic Performance [online]. 2014 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-201406000-00031>>
- Bernadot, D. Advanced Sports Nutrition [online]. 2006 [cit. 2017-12-22]. Dostupné z: <[https://books.google.cz/books?id=w0Zel\\_bJn-C&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?id=w0Zel_bJn-C&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false)>
- Beunen, G. Physical activity, fitness, and health: International proceedings and consensus statement [online]. 1994 [cit. 2018-03-22]. Dostupné z: <<http://doi.wiley.com/10.1002/ajhb.1310060517>>
- Campbell, B. Kreider R. B. Ziegenfuss T. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise [online]. 2007 [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <<http://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-4-8>>
- Candow, D. Chilibeck, P. Burke, D. Davison, S. Smith- Palmer, T. Effect of glutamine supplementation combined with resistance training in young adults [online]. 2001 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <<http://link.springer.com/10.1007/s00421-001-0523-y>>
- Castell, L. M. Glutamine Supplementation In Vitro and In Vivo, in Exercise and in Immunodepression [online]. 2003 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <<http://link.springer.com/10.2165/00007256-200333050-00001>>

- Cermak, N. M. Gibala, M. J. van Loon, L. J. Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists [online]. 2012 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22248502>>
- CLARK, N. 2014. Sportovní výživa. Fitness, síla, kondice. Grada. Praha. ISBN 978-80-247-4655-5.
- Cox, G. R. Desbrow, B. Montgomery, P.G. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance [online]. 2002 [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <<http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappphysiol.00249.2002>>
- Davis, J. K. Green, J. M. Caffeine and Anaerobic Performance [online]. 2009 [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <<http://link.springer.com/10.2165/11317770-000000000-00000>>
- Doherty, M. Smith, P. M. Hughes, M. G. Davison, R. R. Caffeine lowers perceptual response and increases power output during high-intensity cycling [online]. 2004 [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640410310001655741>>
- Fořt, P. 2002. Sport a správná výživa. Ikar. Praha. ISBN 80-249-0124-2.
- Fořt, P. 2007. Tak co mám jíst? Grada Publishing. Praha. ISBN 987-80-247-1459-2.
- Ganio, M. S. Klau, J. F. Casa, D. J. Armstrong, L. E. Maresh, C. M. Effect of Caffeine on Sport-Specific Endurance Performance: A Systematic Review [online]. 2009 [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-200901000-00046>>
- Giannini Artioli, G. Gualano, B. Smith, A. Stout, J. Herbert Lancha, A. The Role of  $\beta$ -alanine Supplementation on Muscle Carnosine and Exercise Performance [online]. 2010 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-900000000-99363>>
- Harris, R. C. Tallon, M. J. Dunnett, M. The absorption of orally supplied  $\beta$ -alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis [online]. 2006 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00726-006-0299-9>>

- Havlík, J. Marounek, M. 2013. Živiny a živinové potřeby člověka. Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 978-80-213-2374-2.
- Jeukendrup, A. E. Moseley, L. Multiple transportable carbohydrates enhance gastric emptying and fluid delivery [online]. 2010 [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0838.2008.00862.x>>
- Jeukendrup, A. E. Nutrition for endurance sports: Marathon, triathlon, and road cycling [online]. 2011 [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2011.610348>>
- Jones, A. M. Bailey S. J. Vanhatalo, A.. 2012. Dietary Nitrate and O2 Consumption during Exercise. Karger. New York. ISBN 978-3-8055-9993-1.
- Kasper, H. 2015. Výživa v medicíně a dietetika. Grada. Praha. ISBN 978-80-247-4533-6.
- Klimešová, I. Základy sportovní výživy. Univerzita Palackého v Olomouci. 2016. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=7\\_gKDAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?id=7_gKDAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false)
- Konopka, P. 2007. Cyklistika: rádce pro vybavení, techniku, trénink, výživu, závody a medicínu. Jana Hájková. Jablonec nad Nisou. ISBN 978-80-254-0258-0.
- Kreider et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. [online]. 2010 [cit. 2017-11-24]. Dostupné z: <<https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-7-7>>
- Kreider, R. B. Ferreira, M. P. Greenwood, M. Wilson, M. Almada, A. Effects of Conjugated Linoleic Acid Supplementation During Resistance Training on Body Composition, Bone Density, Strength, and Selected Hematological Markers [online]. 2002 [cit. 2018-03-08]. Dostupné z: <<https://www.exerciseandsportnutritionlab.com/wp-content/uploads/sites/42/2016/02/JSCR-CLA-02.pdf>>
- Lansley, K. E. Winyard, P. G. Bailey, S. J. Acute Dietary Nitrate Supplementation Improves Cycling Time Trial Performance [online]. 2011 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-201106000-00027>>

- Máček, M. Radvanský, I. 2011. Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity. Galén. Praha. ISBN 978-80-7262-784-4.
- McNeely, E. 2000. Training for rowing. Sports Performance Inst. Ottawa. ISBN 9780968210413.
- Miller, P. Robinson, A. L. Sparks, S. A. Bridge, C. A. Bentley, D. J. Mc Naughton, L. R. The Effects of Novel Ingestion of Sodium Bicarbonate on Repeated Sprint Ability [online]. 2016 [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <<http://Insights.ovid.com/crossref?an=00124278-201602000-00034>>
- Mohr, M. Nielsen, J. J. Bangsbo, J. Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation [online]. 2011 [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <<http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappphysiol.01028.2010>>
- Montain, S. J. Exercise associated hyponatraemia: quantitative analysis to understand the aetiology [online]. 2006 [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <<http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsm.2005.018481>>
- Orer, G. E. Guzel, N. A. The Effects of Acute L-carnitine Supplementation on Endurance Performance of Athletes [online]. 2014 [cit. 2018-03-09]. Dostupné z: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-201402000-00026>>
- Panuška, P. 2014. Rozvoj vytrvalostních technik. Mladá fronta. Mezi Vodami 1952/9. ISBN 987-80-204-3391-6.
- Perič, T. Dovalil, J. Sportovní trénink. Grada. Praha. 2010. ISBN 978-80-247-2118-7. Dostupné z: <<https://www.grada.cz/sportovni-trenink-4650/>>
- Pfeiffer, B. Stellingwerff, T. Zaltas E. Hogson, A. B. Jeukendrup, A. E. *Carbohydrate* Oxidation from a Drink during Running Compared with Cycling Exercise [online]. 2011 [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <<https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-201102000-00018>>
- Romijn, J. A. Coyle, E. F. Sidossis, L. S. Gastaldelli, A. Horowitz, J. F. Endert, E. Wolfe, R. R. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise

- intensity and duration [online]. 1993 [cit. 2018-02-27]. <Dostupné z: <http://www.physiology.org/doi/10.1152/ajpendo.1993.265.3.E380>>
- Santos, R. A. Kiss, M. A. P. Silva- Cavalcante, M. D. Correia- Oliveira, C. R. Bertuzzi, R. Bishop, D. J. Lima- Silva, A. E. Vinciguerra, M. Caffeine Alters Anaerobic Distribution and Pacing during a 4000-m Cycling Time Trial [online]. 2013 [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <<http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0075399>>
  - Saris, W. H. M. Antoine, J. M., Brouns, F. Fogelholm, M. Glesson, M. Hespel, P. Jeukendrup, A. E. Maughan, R. J. Pannemans, D. Stich, V. Passclain- Physical performance and fitness [online]. 2003 [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <<http://link.springer.com/10.1007/s00394-003-1104-0>>
  - Saunders, M. J. Coingestion of Carbohydrate-Protein during Endurance Exercise: Influence on Performance and Recovery [online]. 2007 [2018-03-15] Dostupné z: <<http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/ijsnem.17.s1.s87>>
  - Sidwells, Ch. 2004. Velká kniha o cyklistice. Slovart. Praha. ISBN 80-720-9585-4.
  - Skolnik, H. Chernus, A. Nutrient Timing for Peak Performance [online]. 2010 [2017-12-22]. Dostupné z: <[https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=un0qkoHDKmUC&oi=fnd&pg=PR1&dq=Nutrient+Timing+for+Peak+Performance:+The+Right+Food,+the+Right+Time,+the+Right+Results&ots=AvbmZ5vEdf&sig=9aWkJEqJ7k3nBTNxjSgG8xP0LLA&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Nutrient%20Timing%20for%20Peak%20Performance%3A%20The%20Right%20Food%2C%20the%20Right%20Time%2C%20the%20Right%20Results&f=false](https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=un0qkoHDKmUC&oi=fnd&pg=PR1&dq=Nutrient+Timing+for+Peak+Performance:+The+Right+Food,+the+Right+Time,+the+Right+Results&ots=AvbmZ5vEdf&sig=9aWkJEqJ7k3nBTNxjSgG8xP0LLA&redir_esc=y#v=onepage&q=Nutrient%20Timing%20for%20Peak%20Performance%3A%20The%20Right%20Food%2C%20the%20Right%20Time%2C%20the%20Right%20Results&f=false)>
  - Sovndal, S. Cyklistika – anatomie. 2013. CPress. Brno. ISBN 978-80-264-0141-4.
  - Spriet, L. L. Exercise and Sport Performance with Low Doses of Caffeine [online]. 2014 [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <<http://link.springer.com/10.1007/s40279-014-0257-8>>
  - Stear, S. Fuelling fitness for sports performance: sports nutrition guide [online]. 2004 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <<https://ebookcentral-proquest-com.infozdroje.czu.cz/lib/czup/reader.action?docID=698139&query=nutrition>>

- Stout, J. R. Cramer, J. T. Mielke, M. O'Kroy, J. Torok, D. J. Zoeller, R. F. Creatine monohydrate supplementation on the physical working capacity at neuromuscular fatigue threshold [online]. 2006 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <<https://search.proquest.com/openview/85c0a75ccd80513cfd230121446b3c45/1?pq-origsite=gscholar&cbl=30912>>
- Tipton, K. D. Protein for adaptations to exercise training. [online]. 2008 [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17461390801919102>>
- Tobias, G. Benatti, F. B. De Salles Painelli, V. Additive effects of beta-alanine and sodium bicarbonate on upper-body intermittent performance [online]. 2013 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <<http://link.springer.com/10.1007/s00726-013-1495-z>>
- Vilikus, Z. Výživa sportovců a sportovní výkon [online]. 2015 [cit. 2018-01-22]. Dostupné z: <<https://books.google.cz/books?id=WKcqCwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>>
- Salles Painelli, V. Hamilton, R. Jesus, F. The ergogenic effect of beta-alanine combined with sodium bicarbonate on high-intensity swimming performance [online]. 2013 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/full/10.1139/apnm-2012-0286#citart1>>
- Williams, M. Dietary Supplements and Sports Performance: Amino Acids. [online]. 2005 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <<http://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-2-2-63>>
- Wilson, G. Wilson, J. M. Manninen, A. H.. Effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) on exercise performance and body composition across varying levels of age, sex, and training experience [online]. 2008 [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <<http://nutritionandmetabolism.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-7075-5-1>>
- Wolfe, R. R. Regulation of Muscle Protein by Amino Acids [online]. 2002 [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <<https://academic.oup.com/jn/article/132/10/3219S/4687074>>



- Wylie, L. Mohr, J. M. Krstrup, P. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance [online]. 2013 [cit. 2018-03-13].  
Dostupné z: <<http://link.springer.com/10.1007/s00421-013-2589-8>>

## 6 Samostatné přílohy

Vzorový jídelníček o 21000 kJ pro 73 kg sportovce běžícího maraton (Skolnik and Chernus, 2010)

Sacharidy (g)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Potraviny
Snídaně 5:00			
30	6	2	2 krajíčky bílého toastového chleba
6	8	16	2 PL arašídového másla
26	0	0	2 PL džemu
33	4	5	1 miska krupicové kaše + 1 ČL másla
34	0	0	240 ml brusinkového džusu + 240 ml vody
<b>129</b>	<b>18</b>	<b>23</b>	<b>Celkem přibližně 3360 kJ</b>
Předzávodní snack (7:00)			
30	0	0	Velký banán (20 cm)
33	2	3	3 fíkové sušenky (cookies)
15	0	0	240 ml sportovního drinku
<b>78</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Celkem přibližně 1500 kJ</b>
Během závodu (9:00)			
V 15. Minutě po startu začněte popíjet 60 ml vody každých 15 minut, dokud se nedostanete zhruba do 45. minuty po startu závodu, pak začněte konzumovat do cca 15. minuty před cílem následující zdroje energie.			
7 (6x/hod)	0	0	120 ml sportovního drinku každých 10 minut
8-10 (2x/hod)	0	0	1 shot blok (kostka) nebo 3-4 želé fazolky (bonbony) každou půlhodinu
<b>cca 150</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Celkem přibližně 2520 kJ</b>
První regenerace (bezprostředně po závodu) (12:45)			
60	12	2	Velký bagel
39	12	4	360 ml nízkotučného čokoládového mléka
<b>99</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>Celkem přibližně 2226 kJ</b>