

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

**Pedagogická fakulta
Katedra antropologie a zdravotní výchovy**

Pavla Calabová

III. ročník – prezenční studium

Obor: Tělesná výchova - Výchova ke zdraví se zaměřením na vzdělávání

Vliv výživy na vytrvalostní sport

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Hřivnová Michaela Mgr., Ph.D.

Olomouc 2011

Prohlašuji, že bakalářskou práci „Vliv výživy na vytrvalostní sport“ jsem vypracovala samostatně a na základě literatury a pramenů uvedených v referenčním seznamu.

V Olomouci dne.....

.....
Pavla Calabová

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí práce Mgr. Michaele Hřivnové Ph.D.
za odborné vedení, konzultace a připomínky při zpracování bakalářské práce.

OBSAH:

1	ÚVOD	5
2	CÍLE A ÚKOLY PRÁCE	6
3	VYTRVALOSTNÍ ZÁTĚŽ	7
3.1.	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ÚROVEŇ VYTRVALOSTI.....	8
3.2.	SPECIFIKA VYTRVALOSTNÍHO SPORTOVCE	9
4	VÝŽIVA VE VYTRVALOSTNÍM SPORTU.....	10
4.1.	MAKROŽIVINY	10
4.1.1.	<i>Bílkoviny</i>	10
4.1.2.	<i>Sacharidy</i>	13
4.1.3.	<i>Tuky</i>	16
4.2.	MIKROŽIVINY.....	19
4.2.1.	<i>Vitamíny</i>	19
4.2.2.	<i>Minerální látky a stopové prvky</i>	24
4.3.	TEKUTINY	28
4.4.	VÝŽIVOVÉ DOPLŇKY	31
5	METABOLISMUS VYTRVALOSTNÍHO SPORTOVCE.....	33
5.1.	METABOLISMUS PŘI ZÁTĚŽI	33
5.2.	ENERGETICKÁ BILANCE.....	35
5.3.	VYUŽITÍ ŽIVIN PŘI DÉLETRVAJÍCÍM ZATÍŽENÍ	37
6	STRAVOVÁNÍ BĚHEM VÝKONU.....	40
6.1.	PŘEDZÁVODNÍ STRAVA	40
6.2.	VÝŽIVA BĚHEM ZÁVODU	42
6.3.	VÝŽIVA PO ZÁVODU	43
	ZÁVĚR	44
	REFERENČNÍ SEZNAM:.....	45

1 ÚVOD

Oblast výživy a zdravého životního stylu se v posledních letech těší velkému zájmu veřejnosti. Z tohoto důvodu vznikají stále nové knihy, časopisy, televizní pořady a webové stránky plné článků na toto téma, odkazující se na nejnovější poznatky. Vědecké výzkumy přichází neustále k novým zjištěním, ale ani zde nedochází k naprosté shodě, a to může být důvodem často velmi rozdílného postoje jednotlivých autorů. Připojíme-li k tomu fakt, že mnoho informací pochází od neodborníků, kteří pojali publikování spíše jako vhodný prostředek k přilepšení si, není divu, že běžný čtenář může být v této sféře značně zmaten.

Téma této práce vzniklo na základě setkání s maratonci a ultraběžci na běžeckých závodech v Nitře a Kladně. Výkony, které předvedli na trati v rámci několikadenního závodu, na mě velmi zapůsobily a celkový dojem umocnilo i zjištění, že mnoho z nich je dlouholetými vegetariány. Začala mě velmi zajímat oblast výživy a vytrvalostního sportu. K mému údivu se ovšem v běžné české literatuře k této kombinaci vyskytuje jen velmi málo informací. Pro závodníka je přitom nezbytné být dobře seznámen s nutričními hledisky, které značným podílem ovlivňují jeho výkon.

Informace obsažené v této práci jsou souhrnem poznatků od uznávaných autorů z české i zahraniční literatury a přednostně se vztahují k výkonnostnímu a vrcholovému sportu. Rekreační sportovci, kteří se věnují vytrvalostnímu „pohybu“ jen sporadicky, by jistě také měli být s těmito informacemi obeznámeni, ačkoli zde výživa nehraje tak významnou roli jako u profesionálních závodníků.

2 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE

Nároky vytrvaleckých disciplín se velmi liší od ostatních sportovních odvětví, například silového nebo rychlostního charakteru. V publikacích k vytrvalostnímu sportu se s výživovým hlediskem často neseškáme, a pokud se tak stane, jsou tyto informace podány jen velmi okrajově a nespecificky.

Cílem práce je získání aktuálních informací v oblasti zdravé výživy a jejího vlivu na fyzickou zátěž vytrvalostního charakteru. Záměrem je jasně, stručně a přehledně utřídit informace jednotlivých autorů k této problematice, zmínit jejich často rozdílná stanoviska a podat tak ucelenou formu pohledů na toto téma.

3 VYTRVALOSTNÍ ZÁTĚŽ

„Vytrvalostní schopnosti lze obecně definovat jako schopnost umožňující provádět opakovaně pohybovou činnost submaximální, střední a mírné intenzity bez snížení její efektivity, nebo působit proti určitému odporu v neměnné poloze těla a jeho částí po relativně dlouhou dobu, popř. do odmítnutí“ (Čelikovský, 1979).

Vytrvalost se řadí mezi schopnosti kondiční a lze ji rozdělit podle několika hledisek: Podle počtu a rozložení svalů zapojených v průběhu pohybové činnosti - dělí se na lokální (zapojena méně než 1/3 svalstva) a globální (zapojení více než 2/3 svalové hmoty) vytrvalost. Ta může být dále členěna na silově vytrvalostní a rychlostně vytrvalostní schopnosti. A podle doby trvání pohybového úkonu na krátkodobou, střednědobou a dlouhodobou vytrvalost, jejíž časové rozmezí a intenzitu vyjadřuje tabulka 1.

Tabulka 1. Dělení vytrvalosti (modifikováno podle Čelikovského, 1979)

TYP VYTRVALOSTI	DOBA TRVÁNÍ	INTENZITA ČINNOSTI	ENERGETICKÉ KRYTÍ
Rychlostní	do 15 s	supramaximální, maximální	ATP, CP
Rychlostně-vytrvalostní	15 - 50 s	maximální, submaximální	ATP, CP
Krátkodobá	50 s – 2 min	submaximální	LA systém
Střednědobá	2 – 10 min	střední	O ₂ systém
Dlouhodobá	Nad 10 min	střední	O ₂ systém
I.	10 – 35 min	střední až mírná	O ₂ systém
II.	35 – 90 min	mírná	O ₂ systém
III.	90 – 360 min	mírná	O ₂ systém
IV.	Nad 360 min	mírná	O ₂ systém

ATP-adenosintrifosfát

CP-kreatinfosfát

LA- laktátový

3.1 Faktory ovlivňující úroveň vytrvalosti

Vytrvalostní výkon je ovlivněn individuálně rozdílnými možnostmi dopravit kyslík a živiny k pracujícím svalům, co nejefektivněji je využít a současně zajistit odvod zplodin látkové výměny.

Hlavním fyziologickým činitelem je v tomto případě činnost kardiopulmonální soustavy, která má stěžejní důsledky pro vytrvalostní výkon. Ukazatelé vypovídající o míře její práci jsou: minutový srdeční objem, minutová plicní ventilace, nebo arteriovenózní diference kyslíku. Souhrnně lze tyto ukazatele označit jako maximální spotřebu kyslíku neboli $VO_2\max$, jehož hodnota se považuje za základní předpoklad výkonnosti sportovce (Máček & Radvanský, 2011).

Maximální spotřeba kyslíku ($VO_2\max$) vyjadřuje objem kyslíku, který je jedinec schopen dopravit do organismu během stupňující se zátěže a dále jej využít k tvorbě energie pro pracující svaly. Čím více kyslíku je organismus schopen při zatížení využít, tím pracuje efektivněji, vytváří méně odpadních látek a později se unaví. Kyslík se z plic do ostatních tělních tkání přenáší prostřednictvím erytrocytů, obsahujících červené krevní barvivo hemoglobin. Množství krve a koncentrace hemoglobinu, který váže kyslík je proto dalším faktorem limitujícím výkon. Nejdůležitějším činitelem je ovšem míra energetických zásob, které je organismus schopen využít pro svalovou práci. Jedná se především o zásoby makroergních fosfátů v podobě ATP (adenosintrifosfát) a CP (kreatinfosfát) a zásoby glykogenu pro anaerobní a aerobní glykolýzu (Maughan, 2006).

Všechny výše uvedené předpoklady závisí samozřejmě především na úrovni trénovanosti, určitou roli zde ale hraje také genetická výbava. Výkon a dispozice pro danou disciplínu ovlivňuje například i zastoupení rozdílných druhů svalových vláken. Ty rozdělujeme na tři typy:

- 1) pomalá červená vlákna, která jsou z vytrvalostního hlediska nejvýhodnější pro jejich oxidativní vlastnosti, malý objem a nesnadnou unavitelnost,
- 2) rychlá červená vlákna, která jsou objemnější, silnější, ale snadno se unaví,
- 3) vlákna nediferencovaná, tzv. přechodná, která jsou potenciálním zdrojem všech ostatních typů vláken (Riegerová, 2002).

3.2 Specifika vytrvalostního sportovce

Tělesná konstituce vytrvalostního závodníka se s ohledem na výše zmíněné faktory podstatně liší od sportovce se silovým zaměřením. Svaly vytrvalců nejsou objemné a mají velkou kapacitu pro aerobní metabolismus. Svalový objem zde není žádoucí z důvodu nutnosti jeho konstantního zásobování kyslíkem.

Každý člověk si s sebou přináší jisté genetické vlohy, které ho mohou jistým způsobem limitovat v možnostech podaných výkonů. Ve vytrvalostním sportu samozřejmě mohou mít dědičné vlohy značný vliv na schopnosti jedince zvítězit v dané disciplíně. Ovšem tento předpoklad není určující. Neboť jak Knopka (2004) uvádí: „Struktura a funkce jednotlivých orgánů jsou dána dědičně stejně tak jako kvalitou a kvantitou jejich zatěžování.“ A proto tréninkové zatížení je zde hlavním předpokladem určujícím výkon. V předchozím textu byla zmínka o typech svalových vláken, odkud můžeme usuzovat, že nejlepší předpoklady bude mít jedinec s geneticky danou převahou pomalých červených vláken. Vytrvalostní trénink zvyšuje adaptabilitu organismu pro oxidativní metabolismus všech typů vláken a může tedy způsobit, že vytrvalostní svalová vlákna 1. typu jsou u člověka netréňovaného mnohem méně výkonné než vlákna 2. typu u trénovaného jedince (Maughan, 2006).

Lidský organismus je velmi adaptabilní na rozličné změny vnějších podmínek, a proto pokud jej budeme s dostatečnou intenzitou pravidelně zatěžovat, dojde po jistém čase k fyziologickým změnám postihující celé orgánové soustavy s ohledem na daný druh zatížení. Změny se mohou projevit v hypertrofii srdce a jeho dutin, čímž je srdce schopno jedním stahem vypudit větší množství krve. Snižuje se také klidová srdeční frekvence, neboť objem vypuzené krve je mnohem vyšší, a proto srdce u trénovaných jedinců nemusí vykonat takové množství práce jako u netréňovaných. Tento jev se nazývá sportovní bradykardie a způsobuje ji také převaha parasympatické větve autonomního nervového systému nad sympatikem.

Podobně můžeme usuzovat i ze změn na ostatních orgánech. Pravidelný intenzivní vytrvalostní trénink se mimo jiné projevuje také poklesem reprodukčních hormonů u mužů i žen (Máček & Radvanský, 2011).

4 VÝŽIVA VE VYTRVALOSTNÍM SPORTU

„Výživou rozumíme souhrn všech pochodů, kterými živý organismus přijímá, zpracovává a využívá potravu“ (Rameš, 1983).

Z hlediska rozdílného působení v organismu rozdělujeme živiny přijaté ve stravě na makroživiny, neboli také základní živiny (sacharidy, tuky a bílkoviny) a mikroživiny (vitamíny, minerály a stopové prvky). Využitelnost makroživin je obvykle vysoká. Uvádí se, že v trávicím traktu dojde k jejich přeměně z více než 90 %. Naproti tomu absorpce a využití mikroživin se může dosti lišit v závislosti na aktuálních potřebách organismu (www.eufic.cz).

4.1 Makroživiny

Následující kapitoly budou pojednávat o základních živinách, které náš organismus využívá jako hlavní zdroj pro tvorbu energie.

4.1.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou organické sloučeniny skládající se z dlouhých řetězců aminokyselin spojených navzájem peptidovými vazbami. V lidském těle existuje 20 druhů aminokyselin. Jejich různou kombinací může vzniknout bezpočet rozličných druhů bílkovin. Ty jsou základní látkou nejen tkání a svalů, ale jsou nezbytné také k syntéze enzymů a hormonů, pro obnovu červených krvinek a udržení imunity. Při jejich nadbytečném příjmu mohou být využity jako zdroj energie ve formě glykogenu, nebo uloženy jako tělesný tuk. Energetická hodnota 1g bílkoviny je 17 kJ (4 kcal) (Rameš, 1983; Clarková, 2009).

Podle počtu aminokyselinových (AMK) jednotek vázaných v molekule rozlišujeme: peptidy (oligopeptidy) složené z 5-10 AMK, polypeptidy z 11-100 AMK a makropeptidy (proteiny) obsahující nad 100 AMK. Většinu AMK je tělo schopné si samo vytvořit, u jiných je ale závislé na příjmu v potravě. Tyto aminokyseliny nazýváme esenciální a podle jejich koncentrace ve stravě je dělíme na:

- plnohodnotné AMK- kterými jsou například vejce a mléko, obsahující všechny esenciální aminokyseliny,

- téměř plnohodnotné AMK- nacházejí se v živočišné svalovině,
- neplnohodnotné AMK - s nedostatkem esenciálních aminokyselin, které se nachází v rostlinných bílkovinách.

Při nedostatku esenciálních aminokyselin musí organismus odbourat vlastní funkční proteiny, obsaženy především ve svalovině, pro zabezpečení potřebných esenciálních aminokyselin. Živočišné zdroje jsou z tohoto důvodu pro člověka hodnotnější. Důvod proč i přesto současná výživová doporučení upřednostňují bílkoviny rostlinného původu je ten, že se zvýšeným množstvím živočišných bílkovin přijímáme ve stravě i velký podíl satureovaných mastných kyselin.

Podle Knopky (2004) však nezáleží tolik na původu jako spíše na optimálním složení bílkovinného spektra. Bylo zjištěno, že maso není nutnou součástí stravy, pokud je vhodně vyváženo správným výběrem a kombinací jednotlivých bílkovinných zdrojů. Vytvořením směsi z odlišných potravin rostlinného původu je možné získat biologicky hodnotnější škálu aminokyselin, než jaké může nabídnout maso. Jako konkrétní příklad uvádí Knopka směs fazolí a kukuřice v poměru 52 % ku 48 % (Knopka, 2004; Maughan, 2006).

Metabolismus bílkovin

Metabolismus bílkovin je souhrn různých biochemických procesů, při nichž jsou bílkoviny přijaté stravou rozkládány na aminokyseliny a opět syntetizovány na látky tělu vlastní. V tomto nepřetržitém procesu se tak denně přemění 3 – 4 g bílkovin/1 kg tělesné hmotnosti (Rameš, 1983; Kopecký, 2010).

První štěpení probíhá v žaludku procesem zvaným hydrolýza. Za pomoci enzymů a kyselin jsou v trávicím traktu postupně štěpeny dlouhé peptidové řetězce až na aminokyseliny. Ke konečnému rozložení většiny proteinů dochází v tenkém střevě, kde jsou vstřebány pomocí transportních mechanismů do krve. Pro správnou resorpci je nezbytná přítomnost vitamínu B6 (Mandelová, 2007; Komprda, 2003; Kopecký, 2010).

Dusíková bilance

Dusíková bilance vyjadřuje potřebu bílkovin v organismu. Jedná se o rozdíl mezi hmotností dusíku přijatého potravou ve formě proteinů nebo aminokyselin a hmotností dusíku vyloučeného močí. Pokud je příjem i výdej stejný, mluvíme o vyrovnané dusíkové bilanci, která je typická pro zdravého člověka s optimálním bílkovinným příjmem.

Pozitivní dusíková bilance nastává pokud příjem dusíku přesahuje jeho ztráty. Tento stav vykazuje nárůst obsahu tělesných bílkovin, a proto jej můžeme předpokládat u rostoucích dětí, těhotných žen nebo při nárůstu svalové hmoty. Naproti tomu negativní dusíková bilance, kdy příjem je nižší než výdej, se může vyskytnout po operacích, hladovění, při nedostatečném příjmu bílkovin, popáleninách, u nádorových onemocnění apod.

Dusíková bilance závisí na obsahu esenciálních aminokyselin. Pokud dojde k nedostatku některé z těchto látek, bude dusíková bilance negativní i v případě, že ostatních aminokyselin bude mít organismus nadbytek. Minimální potřeba bílkovin nutná pro udržení vyrovnané dusíkové bilance je uváděna 0,5 g/kg tělesné hmotnosti. Nedostatečný přísun snižuje množství plazmatických bílkovin, červeného krevního barviva, protilátek a podobně (Rokyta, 2008).

Potřeba bílkovin vytrvalců

Ve vytrvalostním sportu hrají bílkoviny důležitou roli při nárůstu mitochondriálních proteinů zapojených do oxidativního metabolismu a při regeneraci poškozených svalových vláken a tkání. Při vyčerpání zásob glykogenu mohou sloužit také jako zdroj energie, a to z 5-10 % (Clarková, 2009; Maughan, 2006).

U vytrvalců je doporučená denní dávka proteinů 1,2 g na kg tělesné hmotnosti při střední intenzitě trénování a až 1,6 g/kg tělesné hmotnosti u velkého objemu tréninku. Nezáleží ovšem pouze na množství, ale také na celkovém složení esenciálních aminokyselin v přijaté denní dávce (Maughan, 2006).

Podstatnou roli hraje také správné načasování jejich příjmu. Knopka (2004) doporučuje podání bílkovin 2-3 hod před, nebo během prvních 6 hod zatížení.

Maughan (2006) uvádí, že konzumace bílkovin před nebo ihned po zátěži může podpořit jejich lepší zabudování v příslušných svalech.

Nadměrným příjmem bílkovin ve stravě, při současné nečinnosti, ovšem nedochází ani k markantnějšimu nárůstu svalové hmoty, ani k rychlejší regeneraci. Doposud nebyly potvrzeny negativní následky způsobené dlouhodobým zvýšeným příjmem proteinů. Jejich přeměna je však pro organismus značnou zátěží. Při katabolickém odbourání aminokyselin pomocí enzymů dochází k odštěpení amoniaku, který je v jaterních buňkách přeměněn na močovinu. Ta je krví zanesena do ledvin a vyloučena močí. Při vyšších příjmech bílkovin je proto nutné dodávat tělu také dostatečné množství tekutin, aby mohla být zajištěna správná funkce ledvin při odvodu kyseliny močové (Rameš, 1983; Knopka, 2004).

4.1.2 Sacharidy

Sacharidy jsou hydráty uhlíku obsahující ve své vazbě kyslík, který hraje důležitou roli při oxidaci během látkové výměny. Z tohoto důvodu se podílejí především na energetickém krytí submaximálních až maximálních výkonů při současném nedostatku zásobování kyslíkem (anaerobně).

Sacharidy jsou nejvýznamnější energetický substrát. Jejich výhoda oproti ostatním makroživinám spočívá především v rychlém uvolnění energie, které představuje 17,2 kJ (4,1 kcal) na 1 g živiny. Jsou důležité při udržení hladiny krevní glukózy a při obnově zásob jaterního a svalového glykogenu.

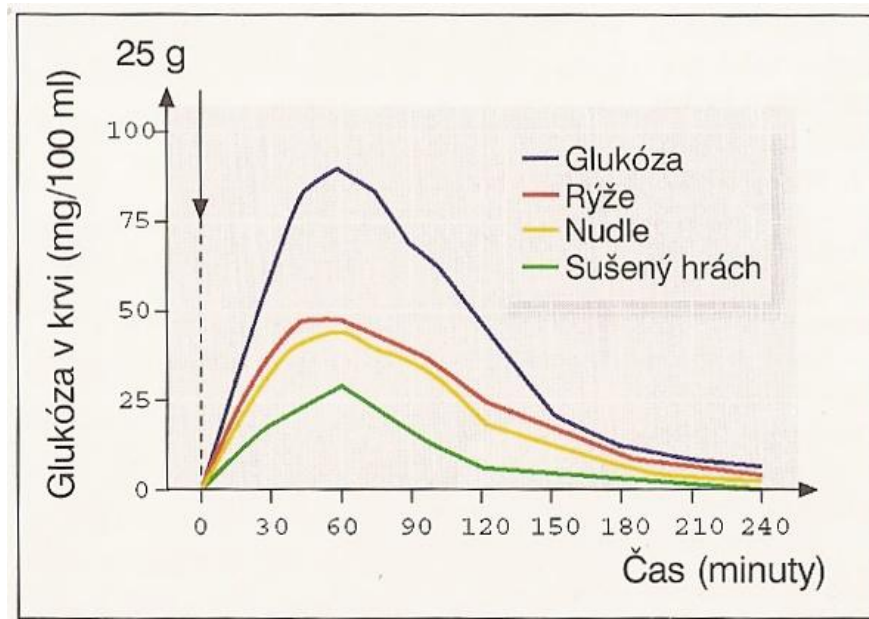
Podle počtu sacharidových jednotek je dělíme na: Monosacharidy, oligosacharidy (2-10) a polysacharidy (více než 10). Monosacharidy, neboli jednoduché cukry, jsou tvořené jednou cukernou jednotkou. Patří sem glukóza, fruktóza, galaktóza, které jsou v trávicím traktu resorbovány do krve a mohou být okamžitě využity jako energetický zdroj (Knopka, 2004; Maughan, 2006).

Trávení sacharidů

Složité molekuly sacharidů, přijímané ve stravě, musí být pro jejich optimální vstřebání v trávicím traktu přeměněny na jednoduché cukry. V ústech dochází k prvnímu štěpení polysacharidů pomocí enzymu amyláza. Další fáze trávení sacharidů

se odehrává v tenkém střevě, kde se za pomoci mnoha dalších enzymů rozkládají složité cukry na jednoduché a ty jsou následně vstřebány do krve. Rychlost jejich uvolňování do krevního oběhu závisí na hodnotách glykemického indexu zkonsumovaných potravin.

Glykemický index je hodnota, která vyjadřuje schopnost dané potravin zvýšit hladiny cukru v krvi. Je vyjádřena jako procento z účinku, který vyvolává požití stejného množství sacharidů ve formě čisté glukózy. Škála se rozděluje na potraviny s nízkým ($GI < 30$), středním ($GI 30-70$) a vysokým ($GI > 70$) glykemickým indexem, přičemž hodnota 100 odpovídá hodnotám glukózy. Nejdůležitější roli v tomto procesu hraje hormon inzulin, který produkuje slinivka břišní. Sekrece insulínu do krevního oběhu je závislá na hladině glykémie. Vyšší koncentrace glukózy v krvi podráždí β -buňky slinivky břišní a způsobí vyloučení insulínu, který má za úkol vpravit přebytečnou glukózu do buněk.



Obrázek 1. Nárůst krevní glukózy po požití potravin z rozdílným GI (Knopka, 2004)

Glukóza je nejdůležitějším monosacharidem a může být využita všemi tkáněmi organismu. Její hladina v krvi však znamená hlavní zdroj energie pro činnost CNS. Při poklesu koncentrace glukózy v krvi dochází ke štěpení jaterního glykogenu pomocí

hormonu glukagonu a vzniklá glukóza je uvolňována do krve. Při krátkodobém nedostatku je možno ji syntetizovat z aminokyselin, glycerolu a laktátu (Mandelová, 2007; Rameš, 1983).

Při spalování sacharidů je potřeba 2,7 g vody na vazbu 1 g sacharidů (Máček, 2011). Využití sacharidů je vhodné především během déletrvajícího výkonu nebo po náročném tréninku, kdy jsou zapotřebí pro obnovu svalového glykogenu.

Potřeba sacharidů u vytrvalců

Obecná doporučení pro podíl sacharidů ve stravě činí 50-60 energetických procent. U vytrvalců je jejich příjem obzvláště důležitý a konkrétně je stanoven na 6-10 g na kg tělesné hmotnosti za den. Sacharidy slouží jako hlavní pohonný zdroj při výkonu a při odpočinku jsou důležité pro doplnění vyčerpaných zásob glykogenu (Knopka, 2004).

Největší zásoby glykogenu jsou uloženy ve svalstvu (okolo 300 g, u trénovaných až 500 g) a v játrech (100 g). Svalový glykogen působí výhradně jako zdroj energie pro pracující svalstvo, který může být uvolněn velmi rychle bez potřeby kyslíku. Jaterní glykogen má na starost stálou hladinu glukózy v krvi a jeho zásoby kolísají mnohem více než ve svalech. Zásoby glykogenu v játrech jsou relativně omezené, ale k jejich úplnému vyčerpání dochází jen výjimečně, např. při hodiny trvající intenzivní zátěži. Při spalování glukózy za účasti kyslíku vznikají jako konečné produkty voda a oxid uhličitý (Máček & Radvanský, 2011).

Při rychlém a dynamickém zatížení, probíhajícím například u rychlostních disciplín, dochází k obnově glykogenu velmi rychle, většinou ihned po výkonu. Naproti tomu u dlouhodobé zátěže střední intenzity je jeho obnova pozvolnější a závisí na doplnění sacharidů ve stravě. Pokud jsou v průběhu první hodiny po výkonu dodány alespoň v množství 1g na kg tělesné hmotnosti, dochází v prvních 6 hodinách k jeho nejrychlejší obnově. Pokud nedojde k podání sacharidů do dvou hodin po závodě, je rychlá fáze obnovy promeškána a k doplnění zásob dochází jen pozvolna. Celkové zásoby glykogenu se při vhodném dodání sacharidů obnoví přibližně do 24 hodin, přičemž přednostně dochází k obnově glykogenu svalového (Maughan, 2006).

4.1.3 Tuky

Tuky neboli lipidy představují nejbohatší zdroj energie. Z 1 g živiny je možné využít 38,9 kJ (9,3 kcal), což představuje dvojnásobné množství než u bílkovin nebo sacharidů. Jsou zdrojem energie zejména pro dlouhodobou zátěž a jejich potřeba stoupá u vytrvalostních sportovců v chladu (Máček & Radvanský, 2011).

V lidském těle je tuk uložen z velké části ve formě triglyceridů v tukové tkáni nebo také mezi svalovými vlákny. Kromě zásobárny energie má důležitou funkci také při výměně látek, vstřebání vitamínů (A, D, E a K), při termoregulaci, je zásobárnou vody a chrání vnitřní orgány před mechanickým poškozením.

Triglyceridy (TAG) jsou sloučeniny glycerolu a mastných kyselin (MK). Podle počtu dvojných vazeb obsažených v uhlíkovém řetězci dělíme MK na saturevané (nasyčené) a nenasaturevané (nenasycené).

Saturevané mastné kyseliny (SFA) neobsahují žádnou dvojnou vazbu a obecně mají nechvalný přídomek „špatný tuk“, neboť jejich příjem souvisí se zvýšenou hladinou celkového cholesterolu a LDL (lipoprotein s nízkou hustotou) cholesterolu. Dělí se podle délky vazby mastných kyselin na MK s krátkými, středně dlouhými a dlouhými řetězci. Doporučená spotřeba nasyceného tuku představuje maximálně 10 % energie v potravě (www.eufic.cz).

Nenasycené mastné kyseliny obsahují dvě a více dvojných vazeb a podle toho se dělí na monoenoové (MUFA) a polyenoové (PUFA). Mají pozitivní vliv na naše zdraví, protože snižují nebezpečnou složku LDL cholesterolu a chrání před rozvojem aterosklerózy.

Mononenasycené mastné kyseliny jsou obsaženy v olivovém, řepkovém a sójovém oleji a patří sem omega-9 mastné kyseliny, které snižují hladinu LDL cholesterolu a chrání HDL cholesterol.

Polynenasycené mastné kyseliny lze dále rozdělit na omega-6 a omega-3 mastné kyseliny. Většina obyvatel Evropy získává potravou dostatek omega-6 mastných kyselin, neboť jsou obsaženy v různých druzích rostlinných olejů (www.eufic.cz).

Tabulka 2. Obsah mastných kyselin v tucích a olejích (Komprda, 2003)

Druh tuku	Mastné kyseliny (% ze sumy veškerých MK)			
	SFA	MUFA	PUFA	poznámka
vepřové sádlo	25 - 70	40 - 70	4 - 18	
mléčný tuk	50 - 70	25 - 40	5	
tuk kapra	25	50	25	
kokosový tuk	90	8	1 - 2	
olivový olej	8 - 25	55 - 85	4 - 20	
sójový olej	15	20	65	
slunečnicový olej	15	15 - 40	40 - 70	kyselina linolová (LA)
řepkový olej	5 - 10	50 - 75	20 - 40	LA i LNA
lněný olej	10	20	70	kyselina α -linolenová (LNA)

Cholesterol je steroidní látka, která je výhradně součástí potravin živočišného původu. Přestože bývá nechvalně známý jako rizikový faktor pro onemocnění srdce, nesmíme zapomenout, že je pro organismus nepostradatelný, neboť tvoří nezbytnou součást hormonů, buněčných membrán či nervové tkáně.

Cholesterol je přijímán v potravinách jako jsou vnitřnosti, vejce, uzeniny a tučné maso, zároveň se ale vytváří také v játrech, kde ho vzniká přibližně 1 g denně (Knopka, 2004). Denní příjem cholesterolu by neměl přesahovat 300 mg. Při zvýšené hladině cholesterolu je třeba upravit životosprávu a snažit o snížení jeho příjmu v potravě (www.vyzivaspol.cz).

Poslední skupinou, kterou je nutné zmínit jsou transnasycené mastné kyseliny. Ty vznikají především při technologických postupech ztužování tuků nebo při úpravě tuků za vysokých teplot a považují se za velmi škodlivé, protože zvyšují hladinu LDL (špatného) cholesterolu a zároveň snižují hladinu HDL (dobrého) cholesterolu. Negativní účinky v podobě vzniku koronárních onemocnění srdce se mohou projevit při dlouhodobém příjmu trans tuků v množství 5-10 g denně (www.eufic.cz).

Trávení tuků

V žaludku dochází k prvnímu štěpení tuků působením žaludeční lipázy. Hlavní rozložení tuků probíhá v dvanáctníku. Zde dochází k vyplavení žlučových a pankreatických šťáv a následnému rozložení triglycerolů na jednodušší sloučeniny v podobě mastných kyselin a glycerolu. MK s krátkými a středně dlouhými řetězci jsou procesem pasivní difúze vstřebány v tenkém střevě přímo do krve. Odtud putují do jater, které jsou nejdůležitějším místem pro metabolismus tuků v organismu. Největší absorpce tuků probíhá v horních částech tenkého střeva. Cholesterol a mastné kyseliny s dlouhými řetězci musí být ve střevních buňkách přeměněny v lipoproteinovou částici zvanou chylomikra, aby mohly být do krve transportovány skrze lymfatický systém (Hřivnová in Kopecký, 2010).

Využití tuků u vytrvalců

Hlavní výhodou tuků jako zdroje energie je jeho efektivní skladovací forma, ze které se uvolní přibližně 37 kJ na 1 g tuku v porovnání s 16 kJ u 1 g sacharidů. Jedním z úkolů vytrvalostního tréninku je proto „naučit“ organismus využívat přednostně tuk. Závodník, který má být úspěšný, musí co největší část závodu absolvovat v aerobním režimu při „spalování“ tuků a glykogen co nejvíce šetřit. Kvalitně fungující tukový metabolismus je tedy znakem dobře trénované obecné vytrvalosti. Tukové zásoby jsou efektivním zdrojem pro oxidativní metabolismus a jsou v podstatě nevyčerpatelné. Při intenzitě 60-70 % maximálního objemu kyslíku (VO_2max) činí podíl tuků při celkové energetické přeměně 30-40 %, při nižší intenzitě a trvání zátěže i několik hodin stoupá podíl až na 80-90 %. Při vytrvalostních výkonech hrazení tukem postupně roste, až nakonec převládá. Zvyšování účasti tuků je relativně pomalé a dosažení převládajícího poměru trvá asi 30 minut. S rostoucí intenzitou naopak stoupá využívání glukózy. Pro optimální metabolismus tuků je však zapotřebí zachovat stálou dodávku kyslíku a příjem sacharidového minima, neboť „tuky jsou spalovány v ohni uhlohydrátů“ (Máček & Radvanský, 2011).

Ve svalech je tuk uložen v blízkosti mitochondrií, kde je spalován za přítomnosti kyslíku. Pravidelný vytrvalostní trénink zvyšuje schopnost kosterního svalstva využívat tuky jako zdroje energie a jejich zásoba ve svalech se zvýší.

4.2 Mikroživiny

Tento pojem zahrnuje vitamíny, minerály a stopové prvky, které tělo přijímá, na rozdíl od makroživin, pouze v nepatrném množství. Přesto jsou ale nepostradatelné pro správné fungování energetických procesů v organismu. Jejich nedostatek způsobí porušení celkové homeostázy a vyvolává tak následné adekvátní reakce v podobě projevu určitých nemocí, únavnosti, snížení výkonnosti a koncentrace apod. Při větším energetickém výdeji je navíc spotřeba těchto látek vyšší.

4.2.1 Vitamíny

Vitamíny jsou organické sloučeniny, které organismus ve většině případů není schopen sám syntetizovat, a proto je přijímá obsažené v potravě. Celkem je známo 22 vitamínů, v lidském těle se z nich uplatňuje pouze 13. Jsou důležité pro přeměnu základních látek a také pro energetický metabolismus. Některé vitamíny působí přímo jako koenzymy, neboli látky nezbytné pro působení jiných látek, zpravidla enzymů. Dělíme je podle způsobu vstřebání na vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K) a ve vodě.

Nedostatek vitamínů může způsobit snížení fyzické i psychické výkonnosti v důsledku narušení rovnováhy vnitřního prostředí. V dlouhodobějším horizontu se pak nepříznivě projeví na celkovém zdravotním stavu v podobě určitých onemocnění. Dlouhodobý nadměrný příjem může naopak působit až toxicky. V případě vitamínů rozpustných ve vodě nehrozí velké nebezpečí, neboť jejich nadměrné množství odchází z těla prostřednictvím moči. Nebezpečí hrozí zejména u vitamínů rozpustných v tucích, kde je odvod z těla poněkud komplikovanější a může dojít k hromadění látek v tělesných tkáních až do nebezpečného množství.

Vitamíny mají také významné antioxidantní vlastnosti. Při intenzivním fyzickém zatížení se zvyšují nároky svalů na energii. V oxidačních procesech přeměny látek na energii vzniká odpadní produkt v podobě volných radikálů. Jejich působení v organismu je značně nepříznivé. Uvádí se, že jsou hlavním důvodem nemocí a stárnutí, poškozují svalové a buněčné struktury a pokud není jejich nadbytek účinně kompenzován, vzniká tzv. oxidační stres. Antioxidanty dokáží snižovat riziko

oxidačního stresu díky schopnosti zachycovat volné radikály. Mezi vitamíny s výrazným antioxidantním účinkem patří vitamín C, E, B1, B6, betakaroten a kyselina pantotenová. Pro sportovce jsou důležité také pro své pozitivní působení během rekonvalescence, po zranění či při potížích s klouby a šlachami (Knopka, 2004; Maughan, 2006; Rameš, 1983).

Následující charakteristiky jednotlivých vitamínů a jejich vztahu k vytrvalostnímu sportu bylo čerpáno z následujících zdrojů: Hřivnová in Kopecký, 2010; Knopka, 2004; Mandelová, 2007; Máček & Radvanský, 2011.

Thiamin – vitamin B₁

Vitamin B₁ je přítomen v obilných produktech, droždí, vnitřnostech či vepřovém mase. Uplatňuje se především při metabolismu sacharidů a to zejména tak, že působí jako koenzym při přechodu anaerobní glykolýzy na aerobní glykolýzu. Ve vytrvalostních sportech je nutná jeho zvýšená saturace právě pro vyčerpání metabolismu sacharidů pod vlivem dlouhodobého zatížení (Knopka, 2004).

Riboflavin – vitamin B₂

Vitamin B₂ najdeme ve vejcích, mase, droždí, rybách a obilí. Podílí se na aktivitě enzymů odbourávajících glykogen a glukózu a zúčastňuje se metabolismu sacharidů, tuků a bílkovin. Je součástí proteinů, enzymů, oxidace mastných kyselin a dýchacího řetězce.

Niacin - vitamin B₃

Niacin se vyskytuje hlavně v mase, rybách, mléce, kvasnicích a listové zelenině. Je součástí enzymů zapojených do buněčných oxidací. Působí při anaerobní glykolýze a má významný podíl na metabolismu bílkovin, sacharidů a tuků. Existují domněnky, že jeho vyšší příjem při dlouhodobých vytrvalostních výkonech má za následek snížení výkonnosti, neboť je potlačeno odbourávání tuků a upřednostňováno odbourávání sacharidů, jejichž zásoby se brzy vyčerpají a dochází tak k předčasné únavě (Knopka, 2004).

Kyselina pantotenová – vitamin B₅

Vitamin B₅ se částečně vytváří bakteriemi v tlustém střevě. V potravinách se vyskytuje ve všech živočišných i rostlinných tkáních. Nejvíce však v játrech, vejcích, mase, rybách nebo droždí. Má svůj podíl na metabolismu sacharidů, bílkovin a tuků jako součást koenzymu A.

Pyridoxin – vitamin B₆

Nebo také vitamin B₆ je přítomen v kvasnicích, mléce, rybách, luštěninách, obilných klíčcích nebo vejcích. Je koenzymem v metabolismu bílkovin, a proto má význam pro sportovce se silovým zaměřením, ale také pro vytrvalce s intenzivním tréninkovým plánem. Ovlivňuje také funkce nervového a imunitního systému.

Kobalamin - vitamin B₁₂

Je nejsložitější molekulou všech vitamínů a vytváří se částečně činností střevních bakterií. Vitamin B₁₂ najdeme především v játrech a živočišných bílkovinách. Je důležitý jako součást enzymů pro tvorbu červených krvinek, tělu vlastních bílkovin a při dělení buněk. Tělo je schopno ukládat si zásobu 2-3 g v játrech. Sportovci jej využijí pro zotavení po těžkém zranění. Tento vitamin mohou postrádat jedinci se speciálními stravovacími návyky, kteří ze svého jídelníčku vyloučili živočišné produkty. V tomto případě je zapotřebí kompenzovat vzniklý deficit buď potravinovými doplňky, nebo prostřednictvím potravin obohacených o tento vitamín. V našich podmínkách jsou to některé druhy sójových mlék, cereálií nebo droždí.

Kyselina askorbová – vitamin C

Vitamin C je jedním z nejznámějších antioxidantů. Účastní se udržování normálního metabolismu, kvality vaziva a chrupavek. Chrání vitamin E před oxidací a podporuje obranu organismu proti infekcím. Zároveň podporuje vstřebání železa a umožňuje vytváření některých hormonů. Knopka (2004) uvádí, že dokonce může podporovat adaptaci organismu na teplo a vysokohorské prostředí. Nejvíce vitamínu C najdeme v šípících nebo v čerstvém ovoci a zelenině.

Kyselina listová

Má vliv na syntézu nukleových kyselin, tvorbu červených krvinek a buněčných bílkovin. Pomáhá také vytvářet tělu vlastní neurotransmitery jako serotonin, noradrenalin a dopamin. Vyskytuje se zejména v zelených rostlinách nebo vaječném žloutku, ale protože je tento vitamin citlivý na světlo a teplo, často je ho většina zničena již při přípravě pokrmů. Pro zvýšení nutriční hodnoty se v některých případech potraviny obohacují o určité vitaminy a minerály, tento postup se nazývá fortifikace. Kyselina listová, která může být přidávána do cereálních snídaní, mouky či pomazánek, je takto údajně mnohem lépe využitelná než táž látka původně přítomná v potravine (www.eufic.cz).

Biotin – vitamin H

Je produkován mikroorganismy v tenkém střevě a jeho přeměna na koenzym je závislá na dostatečném přísunu hořčíku. Má důležitou roli v aktivitách řady enzymů, které se podílí na štěpení mastných kyselin a sacharidů. Využívá se také při vylučování odpadních produktů, štěpení bílkovin a má zvláštní význam pro využití glukózy.

Retinol – vitamin A

Vitamin A je důležitý pro růst epiteliálních buněk, sliznic, kůže a kostí a je nutný pro tvorbu zrakového pigmentu rodopsinu. Je obsažen v játrech, mléčném tuku nebo vejcích. Jeho nedostatek může mít za následek poškození zraku. Pro sportovce má význam také pro své antioxidantní vlastnosti, zvláště při zvýšených hodnotách ozónové díry.

Kalciferol – vitamin D

Lidský organismus je schopen vytvářet vitamin D za přítomnosti slunečního záření. Vyskytuje se také v játrech a rybím mase, mléčném tuku a vejcích. Po přijetí se aktivuje v ledvinách a játrech a má velký význam pro metabolismus fosforu a vápníku a jejich resorpci ve střevě.

Tokoferol – vitamin E

Hlavní význam tohoto vitamínu spočívá v jeho antioxidantním účinku. Brání stárnutí, nádorovému bujení a obecně podporuje metabolismus, růst a metabolické pochody. Vyskytuje se zejména v rostlinných olejích a obilných klíčcích. U sportovců způsobuje lepší zásobení kyslíkem a doporučuje se také při vyšší míře fyzického či psychického stresu, se kterým je výkonnostní trénink často spojen.

Fyllochinon – vitamin K

Vitamin K má zásadní význam pro krevní srážlivost, biosyntézu bílkovin a stavbu kostní tkáně. Tvoří se také v tlustém střevě účinkem bakterií. V potravinách se nachází v zelenině, obilných klíčcích a mléce.

Tabulka 3. Doporučená denní dávka vitamínů (Knopka,2004, Hřivnová in Kopecký, 2010)

	Vitamin	Doporučená denní dávka	
		Nesportující	Sportovci
Rozpuštěné ve vodě	Thiamin - B ₁	1,5-2 mg	2-4 mg
	Riboflavin - B ₂	1,5-2 mg	2-8 mg
	Niacin - B ₃	20 µg	20-30 mg
	Kyselina pantotenová - B ₅	5-10 mg	6-20 mg
	Pyridoxin - B ₆	2 mg	2-12 mg
	Kobalamin - B ₁₂	2-3 µg	
	Kyselina listová - B _c	200-500 µg	
	Kyselina askorbová - C	100 mg	300-500 mg
	Biotin - H	200 µg	200 µg
Rozpuštěné v tucích	Retinol - A	1-2 mg	2-6 mg
	Kalciferol - D	2-25 µg	2-25 µg
	Tokoferol - E	25-30 mg	
	Fyllochinon - K	65-100 µg	

Potřeba vitamínů ve sportu

Radvanský (2011) ve své nejnovější publikaci uvádí, že: „Pro naprostou většinu sportovců platí, že při rozumné, pestré a vyvážené stravě nepotřebují suplementaci žádné mikroživiny.“ Podle něj dokonce ani propagovaná saturace antioxidanty nemá žádné racionální opodstatnění. Vyšší energetický příjem u sportovců při současné konzumaci pestré stravy totiž zajistí i dostatečný příjem vitamínů a minerálů.

Tento postoj naznačuje i Maughan (2006) a dodává, že většina sportovců užívá doplňkové preparáty „jen tak pro jistotu“ aniž by zjistili jakýkoli vitamínový nedostatek, nebo měli potvrzený jejich vliv na zvýšení výkonnosti.

Doplňování stravy o zmíněné mikroživiny by se mělo týkat především oblasti výkonnostního a vrcholového sportu s velkým objemem tréninkových dávek, dále při snižování hmotnosti, nedostatku látek v potravinách, při rekonvalescenci, nebo při nemoci. Antioxidanty je lépe přijímat v jejich přirozené formě, například v podobě ovoce nebo zeleniny.

4.2.2 Minerální látky a stopové prvky

Jedná se o anorganické látky, které do těla, podobně jako vitamíny, musíme dodávat ve stravě, neboť je lidský organismus není schopen sám vytvářet.

Minerální látky se od stopových prvků liší potřebným množstvím, které se v tomto případě pohybuje v počtu miligramu, zatímco denní potřeba stopových prvků se pohybuje v řádu mikrogramů. Jejich účinek spočívá především v udržování acidobazické rovnováhy, účasti na enzymatických procesech a metabolismu makroživin, působení některých vitamínů a činnosti imunitního systému. Zároveň jsou součástí barviv, hormonů a některých typů tkání jako jsou zuby, vlasy, nehty apod. (Kopecký, 2010). Nejúčinnější způsob, jak zjistit stav minerálů v těle je analýza vlasů. Minerální látky a stopové prvky se zde ukládají úměrně v množství obsaženém v celém těle.

Minerálních látek je velká řada. V následujících odstavcích se pokusím přiblížit pouze ty, které mají zásadnější význam pro vytrvalostního sportovce.

Sodík

Je hlavním kationtem extracelulární tekutiny a podílí se spolu s draslíkem a chlorem na homeostáze vody. Má význam také při regulaci krevního tlaku, svalové kontrakci a zadržování tekutin v organismu.

Hlavním zdrojem je chlorid sodný (NaCl), neboli kuchyňská sůl, která se běžně používá jako dochucovadlo do většiny pokrmů. V našich podmínkách je tedy problémem spíše nadbytek než jeho nedostatek. Denní doporučená dávka je 2-5 g a v Evropských zemích se toto množství mnohonásobně překračuje. Dlouhodobý nadměrný příjem sodíku se po čase projeví ve zdravotních obtížích v podobě otoků, hypertenze nebo poškození ledvin.

V důsledku produkce velkého množství potu při vytrvalostním zatížení má ale jeho zvýšený příjem zásadní význam pro dobrou výkonnost. Ztráty potem se mohou pohybovat okolo 2-3 g/l. Nedostatek soli se projevuje jako žízeň a pokud jedinec přijímá velké množství tekutin výhradně v podobě čisté vody, dochází k „naředění“ vnitřního prostředí způsobující pokles hladiny minerálů v krvi. Tento stav je přitom pro člověka velmi nebezpečný. Množství NaCl v krvi zdravého člověka se pohybuje okolo 138-145 mmol na litr, pokud tato hladina poklesne, dochází ke změně výkonnosti, bolestem hlavy, otokům a potížím s dýcháním a koordinací. Hodnota pod 120 mmol na litr krve je životu nebezpečná a může skončit i smrtí (David Horák, *Nenechte se uškvařit, Run*, červen 2010, str. 59).

Ve sportovní výživě tomu lze předcházet speciálními sportovními nápoji, o nichž bude zmínka dále.

Vápník

Vápník je nejhojnějším minerálem v lidském těle. Je nezbytný pro srážení krve, stavbu kostí a zubů a zprostředkovává nervosvalový přenos. Nachází se především v kostech a zubech (99 %) a malé množství koluje také v krvi.

Kosti jsou v procesu neustálé přestavby, která odpovídá aktuálním potřebám organismu ve vztahu k objemu fyzické aktivity, druhu zatížení apod. Rameš (1983) udává, že se takto denně přemění asi 700 mg vápníku.

Ženy ve vytrvalostním sportu se mohou potýkat s vyšším rizikem zátěžových zlomenin v důsledku nedostatečné mineralizace kostí. Obvykle je to způsobeno nesprávnou výživou s nízkým energetickým příjmem a současným vysokým tréninkovým zatížením. U mladších sportovkyň tento stav často doprovázejí poruchy menstruačního cyklu a to se projeví také na metabolismu vápníku, který úzce souvisí s hladinou ženského hormonu estrogeneru.

Dalšími faktory, které se podílí na stavbě kostní tkáně, je nedostatečný příjem minerálů ve stravě, genetická dispozice, nebo také kouření. Zdrojem vápníku jsou mléčné výrobky, mák, ořechy, brokolice nebo tvrdá voda.

Doporučená denní dávka se pohybuje v rozmezí 800-1000 mg. Většina vápníku odchází z těla stolicí, část ale odchází také potem a proto je u sportovců doporučeno zvýšit jeho množství na 1200-1500 mg za den, podobně jako se to doporučuje pro dospívající mládež, těhotné a kojící ženy a jedince nad 65 let.

Draslík

Draslík je hlavní kationt intracelulární (nitrobuněčné) tekutiny a spolu se sodíkem tvoří rovnovážný systém, který řídí homeostázu vody v organismu. Je uložen také ve svalových vláknech a při zátěži se uvolňuje spolu s glykogenem. Podání draslíku během zatížení tedy není nutné, neboť jeho koncentrace v krvi se nemění. Doplnění je zapotřebí především po výkonu, kdy dochází k obnově zásob glykogenů. Denní doporučená dávka se uvádí v rozmezí 2-4 g a zdrojem mohou být ořechy, obiloviny, fazole, sojová mouka a meruňky. Nedostatek se projevuje poruchami srdečního rytmu, svalovou slabostí nebo snížením krevního tlaku.

Hořčík

Dostatek hořčíku v potravě je důležitý při regulaci energetického metabolismu. Působí jako kofaktor a aktivátor řady enzymů a je také zapojen do metabolismu vápníku. Má vliv také na funkci nervosvalového propojení a optimální vzrušivost nervového systému (Knopka, 2004). U sportovců je ve větší míře vylučován potem, a proto při podmínkách, které vedou k velké tvorbě potu, může nastat jeho deficit. Zdrojem hořčíku jsou mléčné výrobky, zelené části rostlin, luštěniny a tvrdá voda

(Rokyta, 2008). V organismu se vyskytuje ve svalech a kostech. Jeho deficit je spojen s projevem svalových křečí, avšak neexistuje důkaz, který by tuto spojitost potvrdil.

Železo

Hlavní úlohou železa v těle je jeho účast na buněčném dýchání. Je součástí červeného svalového barviva (myoglobinu) a červeného krevního barviva (hemoglobinu), které se podílí při přenosu kyslíku do tkání.

Rozeznávají se dvě formy železa: hemové a nehemové. Hemové železo se vyskytuje v potravinách obsahující maso a krev, kde tvoří součást myoglobinu a hemoglobinu. Jeho biologická dostupnost se pohybuje okolo 15-35 %. Naproti tomu nehemové železo, které se nachází v živočišných i rostlinných výrobcích je ve střevním traktu málo rozpustné a proto je jeho vstřebatelnost velmi nízká (2-8 %). Navíc snadno reaguje s dalšími složkami potravy, které brání jeho využitelnosti. Mohou to být prvky jako například vápník, látky obsažené v čaji, červeném víně apod. Vitamin C naproti tomu podporuje jeho vstřebání 2-3 násobně, proto například sklenice pomerančové šťávy ke snídani s cereáliemi pomůže organismu využít větší podíl železa, které je v nich obsažené (www.eufic.cz).

Nedostatek železa je patrně nejrozšířenější výživový deficit, který se při dlouhodobém nedostatku projeví jako anémie. Tato nemoc se projevuje celkovou únavu a zadýcháváním a její příčiny často souvisí s dlouhodobou nerovnováhou mezi potřebou a příjmem železa v organismu. Příčin může být samozřejmě mnoho a mohou být spojeny také s nedostatkem ostatních živin, které se taktéž podílejí na procesu krvetvorby (vitamín B12). Ve sportovním odvětví existuje také tzv. sportovní anemie, která vzniká v důsledku zvýšení plazmatického objemu při velké aerobní zátěži a není patologickým stavem.

Knopka (2004) se ve své knize odkazuje na výzkumy, které uvádí, že volné molekuly železa se podílejí na vzniku volných radikálů a z toho důvodu je nadbytečný příjem této látky v červeném mase nežádoucí a je vhodnější jej nahradit masem bílým, nacházejícím se v drůbeži nebo rybách.

Organismus si uchovává zásoby železa uložené v játrech, slezině a kostní dřeni. Doporučená denní dávka je 12-14 mg a zdrojem je především maso, vnitřnosti, játra, žloutky a zelenina.

Zinek

Je důležitým prvkem v řadě enzymatických reakcí. Příznivě ovlivňuje hojení, růst a vývoj tkání. Podílí se na tvorbě inzulínu a přispívá ke správné funkci imunitního systému. Sportovcům se doporučuje denní příjem 10-20 µg, neboť nepatrná část této látky, odchází z těla ve formě potu.

4.3 Tekutiny

Voda zaujímá 60-70 % lidského těla. Je součástí buněk a mezibuněčného prostoru a odehrávají se v ní hlavní metabolické děje nutné k životu. Rozložení tekutin je řízeno na základě osmotického tlaku za přítomnosti minerálních látek, především draslíku a sodíku. Dostatek tekutin zajišťuje látkovou výměnu, dobrou funkci ledvin a s tím spojený odvod škodlivých látek a metabolitů z těla.

Pocit žízně může být dobrým signálem dehydratace organismu, ale je nutné vědět, že není časnou známkou potřeby tekutin a dostavuje se až v okamžiku ztráty 1-2 % tělesné vody. Úbytek 1 % tělesných tekutin zrychluje srdeční činnost o 3-5 tepů za minutu, zvyšuje tělesnou teplotu a projevuje se dalšími příznaky jako jsou oschlé sliznice a zahuštěná moč tmavě žluté barvy, bolesti hlavy, nevolnost a samozřejmě rapidní snížení výkonnosti a koncentrace.

Ztráta vody 2,5 % tělesné hmotnosti má za následek snížení výkonu o 45 %, při úbytku 6-9 % nastávají vážnější zdravotní komplikace a nad 20 % způsobuje smrt. Mírný, ale dlouhodobý nedostatek tekutin může vést až k poruchám funkce ledvin a vzniku ledvinových a močových kamenů (Clarková, 2000; Hřivnová in Kopecký, 2010; www.szu.cz).

Nadbytek tekutin ale na druhou stranu také není pro organismus vhodný, neboť dochází k přetěžování orgánů jako jsou ledviny a srdce (www.szu.cz). Nebezpečí se skrývá také v poklesu minerálních látek (především sodíku) v důsledku „naředění vnitřního prostředí“ po příjmu zvýšeného množství vody.

Podle lékařských doporučení by měl člověk vypít 2,5 l vody denně. Potřeba tekutin je ale velice individuální a závisí na mnoha faktorech. Lze předpokládat, že muž o hmotnosti 100 kg bude mít zajisté větší potřebu tekutin než žena poloviční konstituce. Stejně tak bude rozdílná mezi maratónským běžcem a jedincem s nadváhou. Tělesné složení hraje důležitou roli, neboť svalstvo obsahuje okolo 70 % vody naproti tomu tuk jen 23 %. Významnou roli hraje také plocha těla, ze které se pot odpařuje (Knopka, 2004).

U starších lidí dochází k úbytku tělesné vody, a proto je u nich o něco nižší potřeba tekutin projevuje i snížením pocitu žízně. Dalšími činiteli jsou také zdravotní stav, složení stravy, zavodnění organismu a především tělesná aktivita (jejíž vliv přiblížím dále). Nesmíme ale opomenout ani podmínky prostředí, jako je teplota, vlhkost vzduchu a povětrnostní situace, které zásadním způsobem ovlivňují odvod vody z organismu. Například v teplém a suchém prostředí bude dechem odcházet přibližně dvakrát více vody, než ve stejně teplém ale vlhkém prostředí.

Regulace příjmu tekutin je řízena hormonálním systémem. Centrem žízně je hypotalamus, který pomocí příslušných osmoreceptorů reaguje na změny osmotického tlaku v protékající krvi. Následuje vyplavení antidiuretického hormonu, který je zachycen v receptorech ledvinových tubulů a zapříčiní zvýšení absorpce vody a elektrolytů (Komprda, 2003).

Při sportovních aktivitách nižší intenzity, které nepřesahují dobu delší než 1 hod. lze určit čistou vodu jako nejvhodnější nápoj. Obecně lze říci, že pitná voda z veřejných vodovodů v ČR má velmi dobrou kvalitu, pokud však dochází v některých lokalitách k pochybnostem, má spotřebitel právo získat od vodárny aktuální výsledky kvality vody a nebo informaci, jaké látky se k její úpravě používají (www.szu.cz).

Tekutiny a fyzická aktivita

U sportovců dochází v průběhu výkonu k velkým ztrátám vody. Při náročném fyzickém výkonu za současných vysokých teplot a nízké vlhkosti vzduchu může být vyprodukováno i více než 2 l potu za hodinu.

Úbytek tekutin má za následek zpomalení metabolismu a zvýšení hustoty krve, čímž se zvyšuje zátěž srdce a zhoršuje transport kyslíku a živin k pracujícím svalům.

V neposlední řadě se také omezuje pocení a hrozí přehřátí organismu. Pot slouží především k odvádění tělesného tepla, a jeho tvorba je přímo úměrná množství vytvořené energie. Maughan (2006) uvádí, že 1 l potu dokáže odvézt 580 kcal tělesného tepla. Pro maratónského běžce s hmotností 70 kg to znamená nutnost vytvořit okolo 1,6 l potu za hodinu, aby byla zajištěna správná termoregulace.

Množství tekutin vyloučených při výkonu závisí také na stupni trénovanosti. V souvislosti se systematickým zatěžováním vyšší intenzity dochází ke zvětšení potních žláz pro efektivní odvod tělesného tepla, zároveň prý ale odchází potem i mnohem méně minerálních látek než je tomu u netrénovaných jedinců (Knopka, 2004).

Iontové nápoje

Jedná se o speciální sportovní nápoje obsahující minerální látky a sacharidy, k jejichž úbytku dochází při déletrvajících aktivitě. Jejich využití se doporučuje při výkonech trvajících déle než hodinu (Mandelová, 2007).

Iontové nápoje můžeme rozdělit podle obsahu rozpuštěných solí na tři kategorie:

- Hypotonické – mají vyšší obsah rozpuštěných látek než tělní tekutiny, a proto dochází k jejich rychlejšímu vstřebání. Jsou nejvyužívanější a jejich aplikace se doporučuje během výkonu
- Izotonické – mají stejnou osmolalitu jako tělní tekutiny a užívají se po hypotonických nápojích v závěru tréninku nebo závodu
- Hypertonické - osmolalitu vyšší než tělní tekutiny, k jejich využití dochází pozvolna a využívají se v regenerační fázi po náročném výkonu. Nikdy však v jeho průběhu

4.4 Výživové doplňky

Doplňky stravy jsou díky reklamě a komerčnímu tlaku stále vyhledávanější. U výkonnostních a vrcholových sportovců se tento trend projevuje ještě markantněji a přitom pro naprostou většinu nejen sportovců platí, že pokud přijímají pestrou a vyváženou stravu, není zapotřebí dodávat žádné jiné doplňkové preparáty. Zvýšený příjem mikroživin je vhodný při zvýšeném riziku nutričního deficitu, při rekonvalescenci, nebo v případě výskytu plošných virových nákaz. Při suplementaci bez zjištěného nedostatku některé mikroživiny je přitom lépe upřednostnit multivitaminové preparáty, které snižují riziko hypervitaminóz. Pojem potravinové doplňky označuje látky, které se liší oproti běžné stravě vysokým obsahem vitamínů, minerálů nebo jiných látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem, a které byly vyrobeny za účelem doplnění běžné stravy. Důležité přitom je, že nesmí obsahovat rostliny nebo účinné látky využívané ve farmaceutickém průmyslu (Mandelová, 2000).

Někteří autoři se staví poněkud skepticky k účinkům tolik propagovaných sportovních doplňků. Maughan (2006) v této souvislosti píše, že např. účinek karnitinu při vytrvalostní zátěži nebyl experimentálně doložen a dodává, že: „Podávání karnitinu není pravděpodobně pro sportovce přínosem.“ Podobně je také užívání antioxidantů velmi spekulativní a názory na jejich pozitivní účinky se mezi jednotlivými autory značně liší. V předchozích kapitolách jsem se zmínila o pozitivních účincích antioxidantů při obraně proti volným radikálům. Přitom v některé literatuře se dočítáme, že: „Antioxidanty u sportovců nejsou přínosem a mohou i škodit“ (Clarková, 2000). Nebo z jiného zdroje: „Mezi sportovci tolik propagovaná suplementace antioxidanty nemá žádné racionální opodstatnění“ (Máček & Radvanský, 2011). Tlak obchodního průmyslu a všudypřítomné reklamy má za následek velké rozšíření potravinových doplňků i mezi rekreační sportovce, kde ve většině případů nemá jejich užívání ani praktické opodstatnění.

Následující tabulka 4 je souhrnem nejdůležitějších informací ke sportovním doplňkům od autorů: Mandelová (2000), Knopka (2004), Maughan, Radvanský (2011) a Clarková (2009). Obsahuje nejčastější suplementy využívané ve sportu, jejich zdroje a využití.

Tabulka 4. Přehled výživových doplňků ve sportu.

LÁTKA	ÚČINKY	SLOŽENÍ A FORMA	VYUŽITÍ
Bikarbonát	rychlejší odstraňování iontů vodíku v pracujících svalech	Hydrogenuhlíčitán sodný (NaHCO ₃) v prášku	před zátěží s vysokou intenzitou vedoucí ke značné acidóze
Bílkovinové koncentráty	Dodávají tělu potřebné aminokyseliny	z mléka, syrovátky, vaječných bílků a sóji	pro lepší nárůst svalové hmoty, doplnění esenciálních aminokyselin
HMB (Betahydroxy betametylbutyrát)	zvětšení přírůstku svalové tkáně a pro zabránění odbourávání proteinů při fyzické zátěži	metabolit leucinu	snížení svalového poškození u intenzivní svalové zátěže
Karnitin	umožňuje mastným kyselinám vstup do mitochondrií, kde reguluje koncentraci acetyl-CoA a CoA	z masového extraktu	zvýšení vytrvalostního výkonu, pro vytrvalostně trénovaná vlákna
Koenzim Q10	aerobní získávání energie v mitochondriích	maso, vejce, rostlinná strava a rostlinné oleje	podporuje výkonnost u vytrvalostního zatížení, antioxidant
Kofein	stimulace CNS, větší zapojení motorických jednotek svalů, zvýšená aktivita katecholaminů	káva, čaj, kola, sportovní nápoje s kofeinem, energetické nápoje	pro zvýšení koncentrace a zvýšení výkonnosti u krátkodobých výkonů
Kreatin	regenerace krátkodobých zásob energie v podobě ATP, CP	kyselina methylguanidinoctová	pro zvýšení výkonu u rychlostně-silových výkonů, pro nárůst svalové hmoty a rychlejší obnovu makroergních fosfátů (ATP,CP)
MTC olej	při omezeném příjmu živin podporuje zvyšování metabolismu a spalování tuku, při nadbytku naopak zvyšování hmotnosti	MK se středně dlouhým řetězcem	zdroj energie, chrání před odbouráváním svalové hmoty, ve vytrvalostním sportu podporuje metabolismus tuků
Sportovní gel	doplnění sacharidů	sacharidy - některé ve formě triglyceridů se středně dlouhým řetězcem	doplnění energie během zátěže nebo po ní
Sportovní nápoj	doplnění sacharidů a tekutin	lze zakoupit v podobě prášku nebo tekutiny, obsahuje sacharidy a sodík	rehydratace během zátěže a po zátěži
Tekutá strava	doplněk s vysokým obsahem energie a živin	bílkoviny, sacharidy, vitamíny, minerální látky a minimálně i tuky	při náročném tréninku, zotavené po zátěži nebo zvyšování tělesné hmotnosti
Vitamín C, E	antioxidanty	viz vitamíny	antioxidativní působení při obraně proti volným radikálům

5 METABOLISMUS VYTRVALOSTNÍHO SPORTOVCE

Předchozí kapitola pojednávala o hlavních a vedlejších živinách, které jsou nezbytné pro základní metabolické děje v organismu a jejich vztah k fyzické aktivitě vytrvalostního charakteru. Následující kapitola bude pojednávat o metabolických pochodech v organismu, energetickém příjmu a „ideálním“ poměru jednotlivých živin, který bývá předmětem mnoha diskuzí a mezi jednotlivými autory se mnohdy liší.

5.1 Metabolismus při zátěži

Metabolismus neboli látková přeměna je jedním ze základních procesů, které probíhají v živé hmotě. Pomocí anabolických a katabolických procesů dochází v organismu buď k vytvoření nebo ke spotřebě energie.

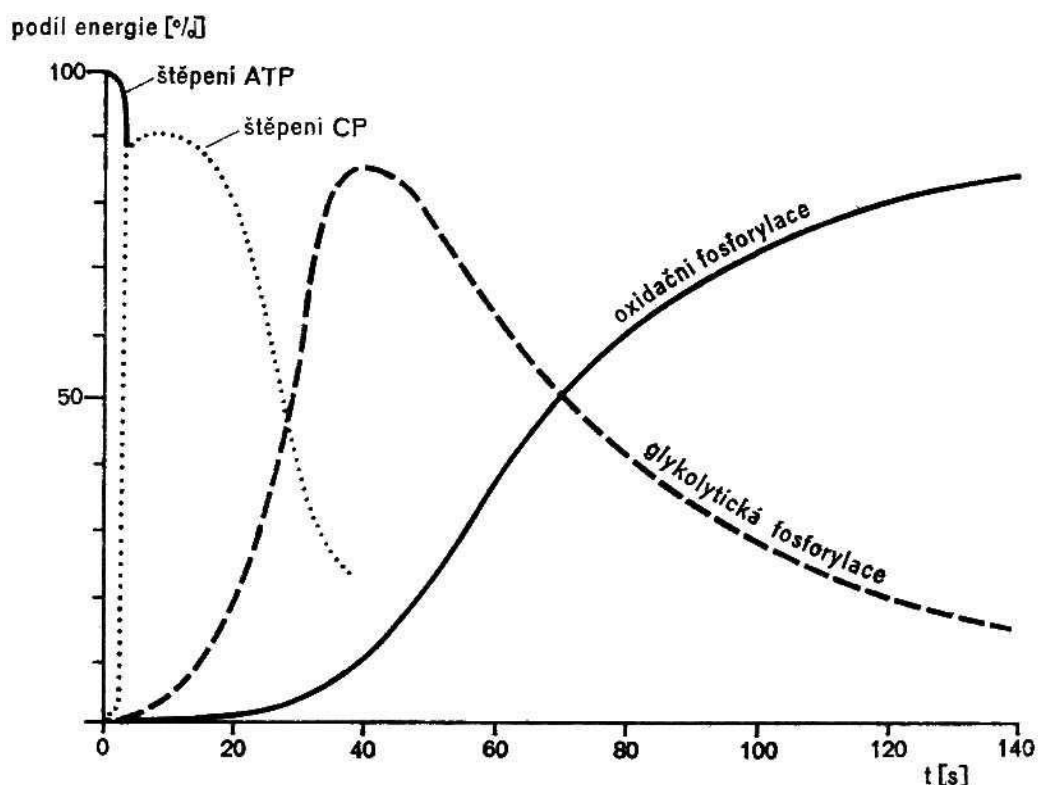
Základním energetickým zdrojem pro svalovou práci je adenosintrifosfát (ATP) a kreatinfosfát (CP), které společně tvoří zásobu tzv. makroergních fosfátů. Tyto látky bohaté na energii se nachází ve všech buňkách a mohou být bezprostředně využity k tvorbě energie. ATP je sloučenina obsahující vazby s vysokým obsahem užitě energie. Jestliže je fosfátová vazba rozštěpena, dojde k přeměně na adenosindifosfát (ADP) se současným uvolněním 7300 kalorií (Rokyta, 2008). Rozklad ATP v buňkách poskytne energii, která může být ihned využita ke svalové práci. Děje se tak na začátku svalové kontrakce a využití tohoto zdroje netrvá déle než několik vteřin. Resyntéza ATP zajišťují tři základní systémy: anaerobní energetický systém (ATP-CP), anaerobně laktátový systém (glykolytický) a aerobní energetický systém (oxidační fosforylace).

Po vyčerpání ATP-CP systému začne organismus čerpat ze zásob glukózy uložené ve formě jaterního a svalového glykogenu. Svalový glykogen se štěpí jen pro potřeby daného svalu. Glukóza se zde nedostává do krve, ale je využita jako zdroj energie ke svalové práci. Glukóza je nejdůležitějším zdrojem anaerobního metabolismu pro svou snadnou dostupnost umožňující rychlou resyntézu ATP. Glykolytický systém se podílí na tvorbě energie od počátku svalové kontrakce, ale svého maxima dosahuje okolo 40-50 s. V této fázi vzniká další významný energetický zdroj – laktát – který byl dříve označován pouze za metabolický odpad. V této glykolytické fázi, za nedostatku kyslíku, vzniká jeho největší množství a u dobře adaptovaných jedinců může být

efektivně využit jako energetický zdroj. Mezi orgány hojně využívající laktát patří např. srdce a mozek. Novější poznatky také ukazují, že k jeho tvorbě dochází v organismu neustále, kdežto dříve panovalo přesvědčení, že vzniká pouze při anaerobním metabolismu a je hlavním faktorem způsobujícím únavu (Kohoutek, 1987; Máček & Radvanský, 2011; Rokyta, 2008).

Během glykolytické fáze se postupně začíná zapojovat také systém oxidativní, až nakonec dochází k jeho převaze. Jak název napovídá, při práci tohoto systému je nezbytné dostatečné zásobení kyslíkem. Oxidativní metabolismus se podílí na obnově makroergních fosfátů ATP a CP a přeměně laktátu na glykogen.

Model zapojení jednotlivých systémů je zobrazen na obrázku 2, ze kterého je patrné, že všechny tři procesy probíhají při svalové činnosti současně a podíl jejich převahy je závislý především na intenzitě a času vykonávané práce.



Obrázek 2. Podíl energetických zdrojů (Máček & Radvanský, 2011)

Aerobní a anaerobní trénink

Podobně také při zatížení rozlišujeme dva způsoby uvolňování energie, a to oxidativní, označované také jako aerobní, a glykolytické (anaerobní).

Vytrvalostní zátěž je nejčastěji střední intenzity zatížení. Na začátku jsou rozhodujícím energetickým zdrojem sacharidy, konkrétně glukóza ze svalového a jaterního glykogenu a postupně se podle stupně trénovanosti zapojují také tuky. U trénovaných jedinců nastupuje tato fáze mnohem rychleji a jakmile je dosaženo ustáleného stavu spotřeby kyslíku, využívají svaly výhradně oxidativní metabolismus pro tvorbu energie. Při náhlém zvýšení energetických nároků je zásobení pokryto z anaerobního metabolismu.

Pro podání kvalitního vytrvalostního výkonu je právě otázka lipomobilizace zásadní. Pokud je totiž organismus dostatečně adaptovaný, bude se snažit využít přednostně zásob tuků, které jsou v lidském organismu prakticky nevyčerpatelné, a zároveň bude co nejvíce šetřit omezené zásoby glykogenu. Jestliže jsou zásoby glykogenu vyčerpány, stávají se hlavním zdrojem tuky nebo bílkoviny. U špičkových vytrvalců probíhá energetické krytí z tuků až z 90 % a ze sacharidů pouze z 10 % (Knopka, 2004).

5.2 Energetická bilance

Výživa má dvě hlavní funkce, a to: Příjem materiálu pro výstavbu nových tkání a zajištění energie, která je nutná pro jejich metabolismus. Množství přijaté energie by přitom mělo být v odpovídající poměru k jejímu výdeji a po stránce kvalitativní by mělo obsahovat všechny základní živiny v ideálním poměru spolu s vitamíny, minerály a ionty (Rokyta, 2008).

S přibývajícími civilizačními chorobami je tématem číslo jedna v oblasti výživy boj s obezitou a nadměrným příjmem energie. V oblasti sportu je toto téma neméně důležité, ovšem problém je opačný a často se zde potýkáme spíše s nedostatečným příjmem, který je ve skutečnosti sice mnohonásobně vyšší než u běžné populace, ale v kombinaci s velkým objemem tréninku, který sportovci podstupují, je často i nedostatečný.

Jednotlivé živiny mají rozdílnou energetickou hodnotu a podmínky, za kterých je tělo schopné jich využít, se také liší. Svaly mohou využívat při práci všechny makroživiny, ale jejich podíl závisí na mnoha faktorech zahrnující: intenzitu a délku trvání zátěže, stav výživy a fyziologické a biochemické vlastnosti jedince (Maughan, 2006).

Množství energie bývá vyjádřeno v kilokaloriích (kcal) nebo starších jednotkách kilojoulech (kJ). Poměr mezi nimi je $1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$ nebo $1 \text{ kJ} = 0,239 \text{ kcal}$. Při počítání celkové energie spotřebované jedincem, musíme zohlednit následující: Bazální metabolismus, složení stravy a energetický výdej nutný k jejímu zpracování, anabolické energetické procesy a samozřejmě nejen objem tréninkových dávek, ale také spontánní fyzickou aktivitu a podmínky prostředí.

Bazální metabolismus

Bazální metabolismus (BMR) je termín označující množství energie, která je nutná pro základní životní pochody v organismu. Hodnoty jsou závislé na věku, pohlaví, složení a povrchu těla, hormonálním řízení, okolní teplotě apod.

Měření hodnot BMR vyžaduje speciální podmínky: Testovaná osoba musí být 24 hodin po posledním jídle a ležet v úplném tělesném i duševním klidu při okolní teplotě 20 °C. Další způsob měření, který lze využít, je metoda přímé kalorimetrie, kdy je měřeno množství tepla odebírané do vodní lázně, a nepřímé kalorimetrie, při které je výdej energie vypočítán z tvorby oxidu uhličitého a spotřeby kyslíku.

Měření v laboratorních podmínkách sice bývá poměrně spolehlivé, ale na druhou stranu není tak dostupné a také nemusí všem vyhovovat. Z tohoto důvodu je možné si vypočítat celkovou energetickou potřebu také s použitím speciálních rovnic, které zohledňují jak tělesnou stavbu, množství tuku a věk, tak i množství fyzické aktivity. Tato metoda je do jisté míry spíše odhadem a je nutné počítat s nepřesností. Pro většinu sportovců je však nejdostupnější a nejpraktičtější pro získání alespoň přibližných hodnot jejich energetického výdeje.

Pro obecnou dospělou populaci se udává orientační průměrná hodnota BMR okolo 6500 kJ/den. Je třeba ale mít na paměti, že aktivní svalová hmota má mnohem vyšší energetickou spotřebu než hmota neaktivní (tuková), a proto lze také

předpokládat, že u osob rozdílné konstituce budou v hodnotách bazálního metabolismu značné rozdíly. Tento odhad se proto vztahuje spíše k obecné populaci pro redukcii hmotnosti nežli ke sportovcům.

Tabulka 5 udává všechny faktory ovlivňující hodnoty BMR a jejich vliv na zvýšení či snížení energetických nároků. Přibližně 60 % klidového energetického výdeje je věnováno produkci tepla, zbývajících 40 % na udržení základních životních funkcí (Mandelová, 2007).

Tabulka 5. Faktory ovlivňující hodnotu bazálního metabolismu (Mandelová, 2007)

Faktory ovlivňující BM	Účinek na BM	Faktory ovlivňující BM	Účinek na BM
Věk	v mládí je ↑, LBM se s věkem ↓ a tím se ↓ BM	Teplota	↑ BM (při ↑ TT spotřeba energie na pot a tím ↑ metabol. pochodů při přehřívání, při ↓ TT se ↑ BM za účelem tvorby tepla)
Pohlaví	muži ↑ BM, ženy ↓ BM	Stress	↑ BM
Výška	vysoký, hubený ↑ BM	Teplota okolí	teplo i zima ↑ BM
Růst	děti a těhotné ↑ BM	Hladovění	prolongované hladovění ↓ LBM = ↓ BM
Fyzická aktivita	↑ BM	Malnutrice	↓ BM
Stavba těla	↑ BM	Hormony	např. hormon štítné žlázy thyroxin; čím vyšší produkce, tím ↑ BM

LBM – lean body mass (beztuková tělesná hmota)

TT – tělesná teplota

5.3 Využití živin při déletrvajícím zatížení

Při výkonu se poměr využitých živin odvíjí především od intenzity zatížení a množství kyslíku, které je organismus schopen využít pro přeměnu.

Je známé, že tuky potřebují pro svou přeměnu více kyslíku než například sacharidy nebo bílkoviny, a proto jsou využívány především v klidu nebo při nízké intenzitě zatížení, kdy je organismus schopen zabezpečit dostatečný přísun kyslíku. Maughan (2006) ve své knize popisuje konkrétní příklad na situaci sedmdesátikilového maratonského běžce, který uběhne maraton za 2,5 hod s celkovým výdejem okolo 80 kJ/min. Pokud by byla všechna vydaná energie získána ze sacharidů, byla by spotřeba

kyslíku asi 3,74 l/min, zatímco pokud by všechna energie pocházela z oxidace tuků, jednalo by se o 4,06 l/min.

Protože různé živiny spotřebovávají při své přeměně na energii odlišné množství kyslíku, je tento poměr vyjádřen pomocí hodnoty respiračního kvocientu (RQ). Respirační kvocient udává poměr vydechnutého oxidu uhličitého a přijatého kyslíku a poskytuje nám tak informaci o využívání energie z potravin. V případě spotřeby sacharidů je RQ 1,00 při spotřebě tuků je RQ 0,7 a při stravě smíšené se hodnoty pohybují okolo 0,85. Respirační kvocient spolu s uvolněnou energií u vybraných látek vyjadřuje Tabulka 6.

Tabulka 6. Respirační kvocient (RQ) vybraných látek (Komprda, 2003)

Živina	Spotřeba O ₂ (l/g)	Produkce CO ₂ (l/g)	RQ	Uvolnění energie	
				kJ/g	kJ/l O ₂
glukóza	0,75	0,74	0,99	15,4	20,7
škrob	0,83	0,83	0,99	17,5	21,1
tuk	1,98	1,4	0,71	39,1	19,8
bílkovina	0,96	0,78	0,81	18,5	19,3
alkohol	1,43	0,97	0,66	29,8	20,4

Poměr makroživin

Obecná doporučení pro poměr jednotlivých živin v přijaté potravě se u většiny autorů shodují a uvádí, že tuky by měly činit 25-30 %, sacharidy 55-60 % a bílkoviny 10-15 % z celkového denního energetického příjmu.

Pro sportovce se tyto hodnoty nepatrně liší v závislosti na charakteru sportu. Knopka (2004) se, podobně jako Tvrzník (1999), zmiňuje o následujícím obecně doporučeném poměru živin pro vytrvalostní sport: 55-60 % energie ze sacharidů, 25-30 % z tuků a 15 % z bílkovin. U silového sportu pak 45-55 % sacharidů, 30-35 % tuků a 15-20 % bílkovin. Naproti tomu Radvanský (2011) uvádí ideální poměr pro vytrvalce 50 % sacharidů, 25 % tuků a 25 % bílkovin, ale dodává přitom z praxe, že tato otázka není zásadní a jednotliví sportovci mohou dosahovat obdobných výsledků i při rozdílném poměru přijatých živin.

Poměr živin v potravě má vliv také na poměr s jakým je bude organismus spotřebovávat, neboť čeho tělo přijímá nadbytek, to bude přednostně využívat při tvorbě energie. To znamená, že pokud bude strava obsahovat zvýšený podíl např. tuků, bude tělo využívat jako přednostní energetický substrát právě tuky.

Sacharidy a tuky jsou hlavní živiny podílející se na vzniku energie při dlouhotrvající zátěži. U pohybové aktivity nízké intenzity (okolo do 25 % VO_2max) se energetická potřeba hradí převážně z tukových zásob. Se stoupající intenzitou roste podíl glukózy a přesáhne-li výdej energie 65-75 % VO_2max , výrazně klesá i podíl energie získané z tuků. Žádná z těchto živin přitom nikdy není využívána samostatně, ale jejich poměr se v souvislosti s charakterem pohybové činnosti mění (Máček & Radvanský, 2011).

6 STRAVOVÁNÍ BĚHEM VÝKONU

Tato kapitola je věnována výživě během závodního období, které je významným mezníkem u všech výkonnostních a vrcholových sportovců. Strategie příjmu potravin před a během soutěže je velmi individuální. Následující doporučení jsou souhrnem informací od autorů Clarkové (2009), Knopky (2004), Maughana (2006), Mandelové (2007) a Radvanského (2011). V jistých případech ale ani ověřené postupy nemusí znamenat jistotu ideálního průběhu závodu, a proto je nezbytné si všechny doporučení individuálně ověřit.

6.1 Předzávodní strava

Cílem stravy před soutěží je doplnit a obnovit zásoby svalového a jaterního glykogenu, zajistit dobrou hydrataci, utišit pocit hladu a mít jistotu, že tělo je pro výkon dostatečně zásobeno.

Hlavní pozornost v tomto období je tedy věnována převážně vytvoření dostatečných zásob glykogenu, který je přednostním zdrojem energie při výkonu. K úbytku jaterních zásob glykogenu dochází například již po celonočním lačnění, a proto vhodná snídaně může být prvním a důležitým krokem k jeho obnově. Existují zvláštní postupy aplikované v průběhu týdne před závodem, které mohou zvýšit sacharidové zásoby.

Sacharidová superkompenzace

Metoda sacharidové superkompenzace je speciální dietní postup užívaný pro zvýšení glykogenových zásob v posledním týdnu před závodem. Tato strategie má význam především při výkonech trvajících déle než 90 minut. Princip probíhá na základě úplného vyčerpání svalového glykogenu, na které organismus reaguje vytvořením ještě větších zásob než jaké měl k dispozici před vyčerpáním.

Postup zahrnuje první 3-4 dny tzv. depleční fáze s relativně tvrdým tréninkem a minimálním přísunem sacharidů. Nejlépe je kombinovat aerobní a anaerobní zatížení z důvodu úplného vyčerpání glykogenu jak ze svalových vláken rychlých, tak i pomalých. Zbylý glykogen ve svalu by totiž mohl mít negativní vliv na stupeň

superkompensace. Následující 3 dny se výrazně zvýší příjem sacharidů a současně sníží objem tréninkového zatížení, tím dojde k samotnému superkompenzačnímu účinku a navýšení glykogenových zásob. Doba a úroveň resyntézy se liší podle stupně trénovanosti a také podle individuální reaktivity jednotlivců. Tento postup oddaluje při závodě vznik únavy a prodlužuje dobu udržení ustáleného stavu asi o 20 %. U kratších soutěží v rozmezí do 45-90 minut však k výraznějšímu zlepšení výkonnosti nedochází.

Moderní výzkumy ukázaly, že k vytvoření požadovaného efektu není depleční fáze nutná a stačí 3 dny snižovat zátěž a zároveň zvýšit obsah sacharidů na 7-10 g/kg hmotnosti za den.

Ženy reagují na tuto strategii hůře a často u nich nedochází ani ke zvýšení zásob glykogenu, ani ke zvýšení výkonnosti. Příčina je stále předmětem výzkumů, ale pravděpodobně se na tom podílí skutečnost, že ženy mají schopnost lepšího využití tuků jak zdroje, a proto u nich bývá efekt superkompensace menší.

Výživa před startem

Jídlo bohaté na sacharidy konzumované 4 hod. před výkonem významně zvyšuje obsah glykogenu ve svalech a játrech. Bylo zjištěno, že sportovci, kteří se před výkonem postili nebo celkově přijímali stravu chudou na sacharidy, byli schopni podávat výkony jen asi na 50 % svojí pracovní kapacity. Pro závodníky, kteří trpí při výkonu nauzeou či spazmy trávicího ústrojí, je někdy potíž konzumovat před závodem klasickou pevnou stravu, proto se v těchto případech doporučuje jídlo ve formě kašovitě až polotekuté. Předzávodní strava by zároveň neměla obsahovat vysoký podíl tuků a vlákniny.

V čase okolo 1 hod. před startem je lépe zaměřit se již pouze na dostatečný přísun tekutin. Ze zkušenosti většiny autorů zde již není vhodné doplňovat zásoby energie pomocí tuhé stravy. Výzkumy ukazují na zhoršení výkonu při požití sacharidů v tomto období, obzvláště potravin s vysokým glykemickým indexem.

Příjem tekutin před startem

Dehydratace je jedním z nejčastějších problémů, se kterými se závodníci potýkají. V kapitole zabývající se tekutinami jsem blíže popsala charakter a složení závodních nápojů pro optimální doplnění tekutin během závodu. Ve zkratce jen uvedu, že nápoj před a při sportovním výkonu by měl být spíše hypotonický bez sycení oxidem uhličitým a obsahovat dostatečné množství minerálních látek. Vzhledem k tomu, že při vytrvalostní zátěži dochází k velkým ztrátám tekutin v podobě potu, je vhodné začít závod s co nejvyšší možnou mírou zavodnění organismu. Tento postup však mnohým závodníkům nevyhovuje a v některých případech ani není možný, proto se doporučuje vypít před startem alespoň 300-400 ml nebo tzv. pohodlný objem tekutiny, který nebude způsobovat potíže při pohybu.

6.2 Výživa během závodu

Vytrvalostní výkon je spojen se zvýšením nároků na termoregulaci, a proto odchází pokožkou velké množství potu, kterým se organismus zbavuje přebytečného tepla vytvořeného svalovou činností. Zabránění dehydratace je tedy hlavním úkolem během závodu. Pitný režim nabývá na důležitosti především pokud je výkon delší než 1 hod. nebo jsou-li zhoršené podmínky prostředí jako horko, sucho, chlad nebo vyšší nadmořská výška. Ztráta tekutin vede k výraznému snížení výkonu. V horku se doporučuje i snížit obsah sacharidů (glukózy) v nápojích jen na asi 25 g na litr z důvodu jejich horšího vstřebávání. Je dobré ale vyhnout se také příliš studeným nápojům, které mohou způsobit i zvracení nebo průjem.

Ultramaratonec Miloš Škorpil doporučuje ze své závodní praxe příjem 0,5 l tekutin hodinu před závodem a poté minimálně 4 dcl/hod. „Pro doplnění soli si namíchejte roztok ¼ lžičky na 0,5 l vody“ (David Horák, Nenechte se uškvařit, *Run*, červen 2010, str. 59).

Během závodu je důležité vyhnout se experimentům a použít pouze předem vyzkoušené postupy. Základem je zde taktéž příjem sacharidů. Jak již bylo řečeno využití svalového glykogenu závisí na jeho zásobě ve svalech, na stupni trénovanosti a na trvání a intenzitě zatížení. Bylo zjištěno, že v průběhu zátěže střední a mírné

intenzity vedlo podání glukózy ke tvorbě glykogenu již během závodu a to v nepracujících svalech, jejichž zásoby byly předtím vyčerpány.

Při závodech, trvajících déle než 1,5 hodiny je důležité hradit energetický výdej přísunem dostatečného množství sacharidů, a to nejlépe v rozmezí 20-30 min. Při intenzivním výkonu trvajícím nad 3 hodiny se současným nedostatkem sacharidů totiž dochází k odbourání bílkovin. Kultovním ovocem vytrvalostních sportovců je v tomto případě banán, který ve zralém stavu obsahuje celou škálu jednoduchých cukrů. Doporučená dávka sacharidů během zátěže se udává na 0,7g/kg za hodinu.

6.3 Výživa po závodu

Po podání vyčerpávajícího výkonu je nejdůležitější doplnění ztráty tekutin a elektrolytů, obnova zásob jaterního a svalového glykogenu a regenerace poškozených svalů. Jak jsem již zmínila v kapitole věnované sacharidům, svaly přijímají nejvíce glukózy v prvních hodinách zotavovacího procesu ve snaze doplnit vyčerpané zdroje. S tímto zjištěním je nejvýhodnější podání sacharidů v množství 1,5g/kg do 30 min. po zátěži a pak dále každé 2 hod. podle potřeby. Důležité je vyvarovat se v této fázi požití alkoholu a tuků, které naopak vedou ke zhoršení regeneračních procesů.

Vhodné je také zajistit příjem určitého množství aminokyselin, které mohou napomoci při regeneraci a obnovení poškozených svalových vláken. Pokud nedojde k poškození svalů, mohou se za těchto podmínek obnovit zásoby svalového glykogenu za 24 hodin odpočinku.

Pro rehydrataci organismu po výkonu je nejlepší podání izotonického i mírně hypertonického roztoku. Nejvhodnějším nástrojem pro měření stavu hydratace je vážení se před a po závodu. Úbytek tělesné hmotnosti bývá způsoben především ztrátami tekutin. Ty by měly být doplněny v průběhu 1-2 hodin a to v množství 1,3 l na každý litr ztrát.

ZÁVĚR

Vzniklá práce předkládá stručným a přehledným způsobem aktuální poznatky z oblasti výživy a sportu a snaží se přes rozličná díla autorů znalých této problematiky najít společné názory na jednotlivá stěžejní témata.

V úvodní části jsem se krátce věnovala charakteristice vytrvalostního sportu a jeho rozdělení pro jasné vymezení nároků kladených na jednotlivce při těchto disciplínách. V dalších kapitolách pak převládaly především informace z oblasti výživy a jejího vlivu na celkový zdravotní stav vytrvalců i na změny vzniklé při zátěži. Snažila jsem se zde přehledně a srozumitelně charakterizovat všechny látky obsažené ve stravě, vymezit jejich rozdílný vliv na výkonnost, a také stručně popsat principy metabolismu jednotlivých živin při jejich přeměně na energii.

V některých případech jsem se setkávala s rozporuplnými názory uvedených autorů. V těchto případech jsem se přikláněla spíše k novější literatuře vyzdvihované autoritami Fakulty tělesné kultury UP.

Na základě poznatků docházím k závěru, že pro vytrvalostní sporty s delší dobou trvání, jako jsou například maratony, ultraběhy nebo etapové cyklistické závody, má výživa stěžejní význam pro jejich úspěšné zakončení. Pochybení v této oblasti s sebou nese neblahé následky odrážející se nejen na výkonnosti daného jedince, ale i na jeho celkovém zdravotním stavu.

REFERENČNÍ SEZNAM:

1. Clarková, N. *Sportovní výživa. Nové přepracované vydání.* Praha: Grada, 2009. 353 s.
2. Čelíkovský, S., Blahuš, P. a kol. *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu.* Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979. 286 s.
3. Fořt, P. *Sport a správná výživa.* 1. vyd. Praha: IKAR, 2002. 352 s.
4. Frömel, K. *Kompendium psaní a publikování v kinantropologii.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2002.
5. Horák, David. Nenechte se uškvařit. *Run.* červen 2010. str. 59.
6. Kohoutek, M. *Úvod do studia vytrvalostních schopností v antropomotorice.* Praha: Univerzita Karlova, 1987. 119 s.
7. Komprda, T. *Základy výživy člověka.* Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 162 s.
8. Konopka, P. *Sportovní výživa.* 1. vyd. České Budějovice: Kopp, 2004. 125 s
9. Kopecký, M. a kol. *Somatologie.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. 313 s.
10. Kučera, V., Truksa, Z. *Běhy na střední a dlouhé tratě.* 1. vyd. Praha: Olympia, 2000.
11. Máček, M., Radvanský, J. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity.* Praha: Galén, 2011. 245 s.
12. Mandelová, L., Hrnčířiková, I. *Základy výživy ve sportu.* Brno: Masarykova univerzita, 2007. 72 s.
13. Maughan, R.J., Burke L.M. *Výživa ve sportu : příručka pro sportovní medicínu.* 1.vyd. Praha :Galén, 2006. 311 s.
14. Melinová, V., Davisová, B. *Průvodce vegetariána.* Žďár nad Sázavou: Tiskárna Unipress s.r.o, 2008. 430 s.

15. Rameš, I. *Fyziologie výživy – Učebnice pro střední zdravotnické školy*. Praha: Avicenum, 1983.
16. Riegerová, J. *Funkční Anatomie I*. Olomouc: Nakladatelství Hanex, 2002. 209 s.
17. Riegerová, J. *Funkční Anatomie II*. Olomouc: Nakladatelství Hanex, 2009.
18. Rokyta, R. a kol. *Fyziologie*. 1. vyd. Praha: ISV nakladatelství, 2008. 363 s.
19. Steffny, H., Pramann, U. *Běh pro zdraví*. 1. vyd. Praha: IKAR, 2003. 224 s.
20. Tvrzník, A., Soumar, L. *Běhání od joggingu po maraton*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing s.r.o, 1999. 126 s.
21. Tvrzník, A., Soumar, L., Soulek, I. *Běhání*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing s.r.o, 2004. 112 s.
22. Verstegen, M. *Core performance endurance : a new fitness and nutrition program that revolutionizes the way you train for endurance sports*. New York, N.Y.: Rodale, 2007. 238 s.
23. Evropská rada pro informace o potravinách [online]. [cit. 2011-03-19].
Dostupné z: <http://www.eufic.org>
24. Společnost pro výživu [online]. Světový výbor WOSM, 1999 [cit. 2011-03-19].
Dostupné z : <http://www.vyzivapol.cz/>
25. Státní zdravotnický ústav [online]. [cit. 2011-03-19]. Dostupné z :
www.szu.cz
26. Sportovní výživa. [online]. Marian Pažický. [cit. 2011-03-20]. Dostupné z :
http://www.pazicky.cz/sport_vyziva.html